

Resum

El projecte presentat a continuació consisteix en una millora integral de la logística d'una empresa multinacional italiana que es dedica a la fabricació de diferents components per a la indústria automobilística.

L'objectiu principal del projecte és passar d'una puntuació d'un punt a una de dos punts en l'àrea logística, en la propera auditoria del programa d'excel·lència *World Class Manufacturing*. Aquesta puntuació és imprescindible per a complir una de les metes de la Direcció per aquest any: la categoria de Bronze a l'excel·lència.

A la primera part del treball s'han detallat les característiques d'aquest programa a través dels seus orígens i les seves propostes per millorar la logística en general, així com s'ha realitzat un estudi de la planta en qüestió. A continuació, s'ha realitzat un anàlisi de les accions realitzades en etapes anteriors i s'ha creat una situació de partida, a partir de la qual, una llista dels requeriments necessaris per a la puntuació desitjada ha estat el full de ruta que ha guiat tot el conjunt de millores realitzades.

El veritable resultat del projecte ha estat el veredict de dels auditors respecte a la puntuació atorgada a aquesta àrea, i en aquest punt es pot dir que les conclusions han estat satisfactòries, doncs s'ha aconseguit tant els dos punts en Logística com la categoria de Bronze per la planta en general.

Aquests resultats positius permeten fer una ullada enrere i comprovar, primer, que la metodologia *World Class Manufacturing* és una bona aplicació a les empreses d'avui en dia i, segon, que les accions dutes a terme en aquest projecte poden estendre's a altres plantes o empreses donat el seu bon funcionament.

Sumari

RESUM	1
SUMARI	3
ÍNDIX DE FIGURES	6
ÍNDIX DE TAULES	11
1. GLOSSARI	13
2. PREFACI	15
2.1. Origen del projecte	15
2.2. Motivació	15
3. INTRODUCCIÓ	17
3.1. Objectius del projecte	18
3.2. Abast del projecte	19
4. WORLD CLASS MANUFACTURING I LA LOGÍSTICA	21
4.1. Introducció	21
4.1.1. La importància de la millora contínua: el perquè	21
4.1.2. Compromís de la organització: el com	23
4.2. Els orígens de World Class Manufacturing	25
4.2.1. Els sistemes TQC i TQM	26
4.2.2. El sistema TPM	28
4.2.3. El sistema JIT	30
4.2.4. El sistema TIE	34
4.3. World Class Manufacturing	35
4.4. El pilar de logística i servei al client	39
4.4.1. Què és la logística	39
4.4.2. Pèrdues més importants de la logística	41
4.4.3. Propostes de World Class Manufacturing	42
4.4.4. Relació entre Logística i Qualitat	48
4.4.5. Elecció de la tipologia de flux en funció de la classificació de materials	49
4.4.6. Les eines	51
4.4.7. El mètode d'implementació	52
5. MAGNETI MARELLI: DIVISIÓ AUTOMOTIVE LIGHTING	55
5.1. Descripció de l'empresa global	55
5.2. Caracterització de la planta objecte d'estudi	55

5.3.	Una visió global de la logística de la planta	58
5.4.	Anàlisi de costos de l'àrea logística	63
6.	ACTIVITATS PRÈVIES AL PROJECTE	65
6.1.1.	Tria de l'àrea model	65
6.1.2.	Classificació de materials.....	66
6.1.3.	Step 0: Activitats preliminars	67
6.1.4.	Step 1: Reorganització de la línia de producció	69
6.1.5.	Step 2: Reorganització de la logística interna	74
6.1.6.	Augment massiu dels volums de producció	77
6.1.7.	Aplicació de FIFO	78
6.1.8.	Projecte comú d'estandardització de les mides dels embalatges de producte acabat.....	85
7.	REQUERIMENTS LOGÍSTICS PER A LA PUNTUACIÓ DE DOS PUNTS	87
7.1.	Resum dels projectes a realitzar.....	89
8.	PROJECTES DE MILLORA	91
8.1.	Projecte 1: Aplicació de l' <i>step</i> 3 amb l'anàlisi de l'aplicació un <i>milk round</i> amb proveïdors externs	91
8.1.1.	Anàlisi de la situació actual	93
8.1.2.	Opció 1: seguir amb la distribució actual de transports	97
8.1.3.	Opció 2: creació d'un <i>milk round</i> entre aquests dos proveïdors	99
8.1.4.	Comparació de resultats	103
8.1.5.	Resultats del projecte.....	104
8.2.	Projecte 2: Aplicació de l' <i>step</i> 4 a la planta.....	106
8.2.1.	Resultats del projecte.....	109
8.3.	Projecte 3: Aplicació de l' <i>step</i> 5 a la planta.....	110
8.3.1.	Resultats del projecte.....	116
8.4.	Projecte 4: Garantia de compliment de FIFO al magatzem WIP	118
8.5.	Projecte 5: Aplicació d'un mètode de reposició cíclic mitjançant un bon sistema de trucada.....	122
8.6.	Revisió dels requeriments necessaris per a la puntuació de dos punts	123
9.	PRESSUPOST	125
10.	ANÀLISI D'IMPACTE AMBIENTAL	129
	CONCLUSIONS	131
	AGRAÏMENTS	133

BIBLIOGRAFIA	135
Referències bibliogràfiques.....	135
Bibliografia complementària.....	136

Índex de figures

Figura 4.1: El perquè de la importància de la millora contínua	21
Figura 4.2: Exemple del valor que aporta el <i>kaizen</i> o millora contínua	22
Figura 4.3: Responsabilitats de cada nivell jeràrquic dins la organització	24
Figura 4.4: Esquema de la creació de WCM a partir d'altres sistemes	25
Figura 4.5: Migració del sistema TQC al TQM	27
Figura 4.6: Cicle PDCA	28
Figura 4.7: L'inventari mig es redueix amb l'augment de la freqüència d'entrega	32
Figura 4.8: Entregues de proveïdor per tipus de component: l'abans del JIT	33
Figura 4.9: Entregues de proveïdor mixtes: la filosofia JIT	33
Figura 4.10: Exemple d'activitats sense valor afegit	34
Figura 4.11: Descripció de l'esquema principal d'una organització de classe mundial	35
Figura 4.12: L'organització vista com un temple sustentat per aquests pilars	37
Figura 4.13: Notícia sobre el naixement del WCM <i>Crash Plan</i>	38
Figura 4.14: Exemple d' <i>standard/quick kaizen</i>	39
Figura 4.15: <i>Layout</i> orientat a procés	43
Figura 4.16: <i>Layout</i> orientat a producte	44
Figura 4.17: Esquema d'una cèl·lula flexible, amb exemples de nombres d'operaris diferents	44
Figura 4.18: Representació del <i>picking</i>	46
Figura 4.19: Esquema d'un kit (<i>kitting</i>)	46

Figura 5.1: Exemple d'automòbils amb llums posteriors de la planta estudiada	56
Figura 5.2: Representació gràfica dels clients de la planta	56
Figura 5.3: Distribució esquemàtica de la planta	57
Figura 5.4: Components fabricats per la pròpia empresa a la zona d'injecció	57
Figura 5.5: Anàlisi dels proveïdors de la planta l'any 2013	58
Figura 5.6: <i>Value Stream Map</i> de la planta	59
Figura 5.7: Símbols més característics del <i>Value Stream Map</i>	59
Figura 5.8: Esquema dels fluxos principals de la fàbrica	60
Figura 5.9: Ubicacions del material provinent de proveïdor	61
Figura 5.10: <i>Supermarket</i> de materials de proveïdor	61
Figura 5.11: Magatzem de producte en curs WIP	62
Figura 5.12: Magatzem de producte acabat	62
Figura 5.13: Anàlisi dels costos de l'àrea logística de la planta l'any 2013	63
Figura 6.1: <i>Cost Deployment</i> general de la planta a l'inici del projecte WCM (Març 2010)	65
Figura 6.2: Pèrdues per NVAA a cada línia de producció	66
Figura 6.3: Exemple de classificació de materials a l'àrea model	67
Figura 6.4: Excés de material a les línies i a prop d'elles, respectivament	67
Figura 6.5: Cartró a les línies, embalatges de producte acabat no ergonòmics i embalatges de components massa grans	68
Figura 6.6: Imatge de la situació inicial de l'àrea model	68
Figura 6.7: Eliminació dels embalatges grans per a les peces de fabricació interna	70
Figura 6.8: Substitució del cartró per caixes estandarditzades	70
Figura 6.9: Ergonomia en els embalatges de producte acabat	70

Figura 6.10: Creació de carrileres per a l'alimentació de material a la línia de producció	71
Figura 6.11: Tei-ji, ruta fixa	71
Figura 6.12: Tei-ichi, lloc fix pels materials	72
Figura 6.13: Tei-hyouji, identificació estandarditzada	72
Figura 6.14: Tei-ryou, quantitat fixa	73
Figura 6.15: Tei-shoku, colors estandarditzats	73
Figura 6.16: Creació d'un <i>supermarket</i> de components de proveïdor dins una de les naus de producció	74
Figura 6.17: Nova reposició de les línies mitjançant trens	75
Figura 6.18: Magatzem horitzontal col·locat al costat de les màquines d'injecció	75
Figura 6.19: Transport de la màscara i el cos en contenidors grans mitjançant toros	76
Figura 6.20: Alimentació automàtica entre metal·litzat i la línia de muntatge del Polo	76
Figura 6.21: Tren del circuit de mínims	78
Figura 6.22: Compliment de FIFO en les ubicacions de materials provinents de proveïdor	79
Figura 6.23: <i>Fiche</i> que garanteix el compliment de FIFO	80
Figura 6.24: Compliment de FIFO al supermercat de materials provinents de proveïdor	80
Figura 6.25: Sortida de material del <i>picking</i> cap a les línies de muntatge	81
Figura 6.26: Entrada de material des de les ubicacions al <i>picking</i> a partir d'una trucada	82
Figura 6.27: Croquis de l'estructura de les prestatgeries on es pot apreciar el pendent que implica el compliment de FIFO	82
Figura 6.28: Etiqueta davantera des d'on es fa la trucada quan el <i>picking</i> ha de ser alimentat	83

Figura 6.29: Etiqueta posterior que identifica el material de la prestatgeria	83
Figura 6.30: Compliment de FIFO al magatzem de productes en curs WIP	84
Figura 6.31: Compliment de FIFO al petit magatzem de les línies de muntatge	84
Figura 6.32: Compliment de FIFO al magatzem de producte acabat	85
Figura 8.1: Anàlisi de l'estoc de la situació de partida	95
Figura 8.2: Anàlisi de l'estoc de la situació de l'opció continuïsta	98
Figura 8.3: Anàlisi de l'estoc amb el <i>milk round</i> proposat	100
Figura 8.4: Recorregut de la recollida als dos proveïdors	101
Figura 8.5: Esquema del contenidor marítim	102
Figura 8.6: Resultats KPI de l'Step 3	105
Figura 8.7: Resultats KAI de l'Step 3	106
Figura 8.8: Situació de la producció diària	107
Figura 8.9: Procediment d'anivellament de la producció	107
Figura 8.10: Fitxer oficial de previsió de mà d'obra	108
Figura 8.11: Fitxer d'anivellament de la producció	109
Figura 8.12: Producció estable desitjada	109
Figura 8.13: Alineat de les carrileres i igualació de les seves llargades	111
Figura 8.14: Limitació visual del material a les carrileres	111
Figura 8.15: Limitació física (<i>poka-yoke</i>) del material a les carrileres	111
Figura 8.16: Vagons utilitzats anteriorment	112
Figura 8.17: Rampa dels nous vagons i augment de la capacitat de un a quatre contenidors per vagó	112
Figura 8.18: Nou mecanisme per als vagons dels trens del circuit de mínims	113
Figura 8.19: Caixes <i>kanban</i> pels portalàmpades de l'àrea model	113

Figura 8.20: <i>Kaizen</i> sobre el nou vagó del circuit de mínims	114
Figura 8.21: Imatges del nou vagó del tren de mínims	115
Figura 8.22: <i>Layout</i> inicial	115
Figura 8.23: <i>Layout</i> després de la reestructuració amb esquema de l'alimentació automàtica	116
Figura 8.24: Resultats KPI de l' <i>Step</i> 5	116
Figura 8.25: Resultats KAI de l' <i>Step</i> 5	117
Figura 8.26: Identificació inicial de les carrileres del magatzem WIP	118
Figura 8.27: <i>Kaizen</i> referent al compliment de FIFO al magatzem WIP	119
Figura 8.28: Nova identificació de les carrileres (mà esquerra)	120
Figura 8.29: Nova identificació de les carrileres (mà dreta)	120
Figura 8.30: Plànol a escala de la planta amb les diferents zones d'emmagatzematge WIP	121
Figura 8.31: Element distintiu per al compliment de FIFO a les etiquetes	121

Índex de taules

Taula 6.1: Taula sobre l'estoc existent a l'àrea model	69
Taula 7.1: Taula-resum sobre l'estat actual de la planta i els projectes a realitzar	88
Taula 8.1: Anàlisi de la situació actual amb aquest proveïdors turcs	93
Taula 8.2: Anàlisi econòmica de la situació de partida per al proveïdor ALKOR	94
Taula 8.3: Anàlisi econòmica de la situació de partida per PLAS MET	95
Taula 8.4: Resum de l'estat de l'estoc	96
Taula 8.5: Anàlisi de la situació amb l'augment de volums a PLAS MET	96
Taula 8.6: Resum de l'estat de l'estoc	98
Taula 8.7: Resum econòmic del cost dels transports	98
Taula 8.8: Anàlisi de la càrrega del transport combinat	99
Taula 8.9: Distribució de la càrrega mixta segons consums	100
Taula 8.10: Resum de l'estat de l'estoc	101
Taula 8.11: Càlcul del cost d'un transport Bursa – Istanbul – Llinars del Vallès	103
Taula 8.12: Anàlisi econòmica del cost dels transports	103
Taula 8.13: Comparació econòmica de les dues opcions plantejades	104
Taula 8.14: Resultats KPI de l'Step 3	105
Taula 8.15: Resultats KAI de l'Step 3	106
Taula 8.16: Resultats KPI de l'Step 5	117
Taula 8.17: Resultats KAI de l'Step 5	117
Taula 8.18: Estoc necessari en funció de la classificació de materials	123
Taula 9.1: Taula-resum dels costos intel·lectuals i de documentació del projecte	125

Taula 9.2: Taula-resum dels costos d'implementació de les millores	125
Taula 9.3: Pressupost del projecte	126
Taula 9.4: Beneficis anuals del projecte	127

1. Glossari

AM	<i>Aftermarket</i>
FG	<i>Finished Goods</i>
FGA	Fiat Group Automobiles
FIFO	<i>First in, first out</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
KAI	<i>Key Activity Indicators</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
NVAA	<i>Non Value Added Activities</i>
OEM	<i>Original Equipment Management</i>
OES	<i>Original Equipment Sales</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
RM	Raw Materials
SMED	<i>Single Exchange of Die</i>
TIE	<i>Total Industrial Engineering</i>
TPM	Manteniment Productiu Total
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TQC	Control de la Qualitat Total
TQM	<i>Total Quality Management</i>
VSM	<i>Value Stream Map</i>
WCM	<i>World Class Manufacturing</i>
WIP	<i>Work in process</i>

2. Prefaci

2.1. Origen del projecte

L'origen del projecte recau en la necessitat de millorar certes activitats de l'àrea logística de la planta *Automotive Lighting* de Llinars del Vallès de l'empresa Magneti Marelli, encaminades a la celebració d'una auditoria que certifiqui l'excel·lència de la planta, dins del programa *World Class Manufacturing* (WCM).

2.2. Motivació

World Class Manufacturing és un programa que certifica l'excel·lència empresarial en el sector de l'automoció. El mètode de certificació es basa en l'adjudicació de punts per àrees empresarials amb un còmput global.

Magneti Marelli és una empresa multinacional dedicada a la fabricació de diferents components del món de l'automoció, i la gran part de les plantes ubicades arreu d'Europa estan certificades amb la categoria de "Bronze", amb la qual cosa, la consecució d'aquesta categoria és un dels objectius principals de la planta en la qual es centrarà l'atenció.

Per a aconseguir aquesta fita, l'àrea Logística s'ha marcat l'objectiu d'aconseguir dos punts amb les seves millores, i aquesta és la principal motivació d'aquest projecte.

La realització d'unes pràctiques en l'empresa en qüestió ha estat el pont que ha propiciat la possibilitat de participar en aquest projecte.

3. Introducció

L'excel·lència empresarial és, actualment, una de les vies de desenvolupament de moltes empreses arreu del món. És per això que la certificació d'aquestes bones pràctiques és un objectiu clar de les empreses avui en dia.

És necessari en aquest punt mencionar que l'origen de tot plegat recau en la persona de Taiichi Ohno, director i consultor de l'empresa Toyota, que va crear l'any 1970 el *Toyota Production System* (TPS), un sistema de producció en contraposició amb la producció en massa que s'estava produint en aquells temps als EEUU, basat en el *Lean Manufacturing* o producció ajustada.

A partir d'aquí es van dissenyar diverses metodologies de millora contínua com Six Sigma, TQM (*Total Quality Management*) o WCM (*World Class Manufacturing*), en la qual es basarà aquest projecte.

El mètode *World Class Manufacturing* va ser desenvolupat pel Grup Fiat l'any 2005 amb la participació clau del professor emèritus per la Universitat de Tokyo Hajime Yamashina, i com la resta de metodologies, es va basar en l'anomenada "filosofia Toyota".

Hi ha cinc aspectes del programa *World Class Manufacturing* que es podria dir que resumeixen la seva filosofia. En primer lloc, el *Cost Deployment* és una de les eines que difereix de la resta de metodologies. Es tracta d'una tècnica comptable que consta de set passos i s'utilitza per a l'assignació dels costos actuals a cada pèrdua o residu que es produeix a la fàbrica. D'aquesta manera, la raó de triar quina pèrdua atacar en primera instància esdevé purament econòmica.

En segon lloc, una altra característica important és que cada canvi sempre comença amb una àrea model, és a dir, cada canvi s'implementa primer en una àrea que fa de pilot i un cop s'analitzen els resultats, s'implementa a la resta de la fàbrica en cas que aquests hagin estat satisfactoris. Normalment es tria com a àrea model aquella que té pitjor rendiment. Un perill d'aquesta filosofia és que és fàcil caure en crear "illes d'excel·lència", però el *Cost Deployment* s'assegura que les bones pràctiques s'estenguin a la resta de la planta.

En tercer lloc, és molt important el "concepte de zero", ja que la filosofia WCM es basa en zero residus, zero defectes, zero parades i zero inventari. Les àrees model haurien d'acreditar l'aconseguint del "zero" durant diverses setmanes abans de que les solucions posades a prova s'estenguin a la resta de la fàbrica.

En quart lloc, el programa proposa una contínua educació per als treballadors de les fàbriques que estiguin dins el programa, i fins i tot s'ha creat una acadèmia a Warren

(Michigan) anomenada WCMA (*World Class Manufacturing Academy*) i situada en aquest indret degut a que més del 70% de la mà d'obra de Chrysler (comprada per Fiat l'any 2009 i pertanyent, per tant, al programa WCM) treballa en aquesta zona.

Per últim lloc, una característica que s'adequa molt a la seva filosofia és la de la millora contínua. *World Class Manufacturing* no és un programa que no canviarà mai, sinó que intenta introduir millores amb el pas dels anys i l'experiència acumulada. Per exemple, l'any 2010 va introduir el subpilar d'Energia dins del pilar de Medi Ambient per millorar la identificació de mesures per reduir el consum energètic.

Aquest projecte s'ha portat a terme a l'empresa Magneti Marelli, una companyia multinacional pertanyent al grup Fiat i dedicada a la fabricació de diferents components en el sector de l'automoció. La planta que s'analitzarà a continuació es dedica a la fabricació i distribució dels pilots posteriors de determinats vehicles, de les principals marques mundials com Volkswagen, BMW o Mercedes.

Les empreses adherides a aquest programa d'excel·lència certifiquen les seves bones pràctiques mitjançant auditories externes dels responsables de *World Class Manufacturing*, on s'adjudiquen punts a cadascuna de les àrees de l'empresa amb el seu còmput global com a resultat. Aquesta puntuació és la que certifica el grau d'excel·lència de l'empresa i l'objectiu de totes les empreses adherides és el d'assolir les categories més reconegudes: bronze, plata i or.

Arreu del món hi ha actualment 166 fàbriques en 16 països diferents que treballen seguint aquesta metodologia, definida a la quarta conferència anual de *Lean Management* a Birmingham (UK) l'any 2013 per Mauro Pino, vicepresident d'operacions d'assemblatge de vehicles i cap del WCM al grup Chrysler [1], com "un sistema de millora molt potent si s'implementa seriosament".

3.1. Objectius del projecte

L'objectiu principal d'aquest projecte és l'assoliment d'una puntuació de dos punts per a l'àrea logística, ja que sense aquesta puntuació la planta no pot estar dins la categoria de "Bronze".

En termes generals, es pot dir que l'objectiu primordial de totes les accions que es duren a terme és la reducció de costos, donat que els costos logístics representen un percentatge important del total de la facturació de l'empresa. La metodologia *World Class Manufacturing* serà un camí cap a aquesta reducció de costos, i és per això que es podrien definir alguns objectius més concrets atenent als costos més significatius.

- Minimitzar l'inventari per a crear un flux continu de materials
- Minimitzar el *material handling* (moviment de materials)
- Sincronitzar la producció i les ventes el màxim possible per a satisfer completament al client, maximitzant l'índex de servei

Aquests són, però, objectius de la gestió logística en general, amb la qual cosa és important tenir clar des d'un principi que l'objectiu del treball no és res més que la consecució d'aquests dos punts, i és per això que al llarg del treball s'anirà aprofundint en objectius més específics, que seran els requeriments logístics necessaris per a obtenir aquesta puntuació.

3.2. Abast del projecte

La logística és una àrea de l'empresa que sempre es pot millorar, i per tant, el seu funcionament hauria de ser el de la millora contínua; així doncs, amb les millores que s'aplicaran en aquest projecte no s'aconseguirà la millor logística possible i segurament quedarà un marge de millora important. Donat que el procés de millora és continu i per tant, es podria dir que inacabable, es defineix l'abast d'aquest projecte fins als requeriments logístics per a la puntuació de dos punts.

4. World Class Manufacturing i la Logística

4.1. Introducció

Tal i com s'ha introduït al principi d'aquest projecte, *World Class Manufacturing* és un programa de millora contínua creat pel professor Hajime Yamashina, i la seva importància ha estat tal que, per entendre el perquè aquesta metodologia és així, cal entendre els principis en els quals es va basar aquest professor i la seva aplicació a l'àrea de logística.

4.1.1. La importància de la millora contínua: el perquè

Arrel de les presentacions del professor Yamashina sobre *World Class Manufacturing*, és important destacar el que és per a ell la base de tot: la millora contínua o *continuous improvement*.

A la Figura 4.1 es pot veure el perquè de la importància d'aquest concepte: si es parteix del nivell actual d'una fàbrica, i no hi ha cap procés de millora contínua tot tendirà a degenerar-se, i l'única manera de créixer és a través d'això.

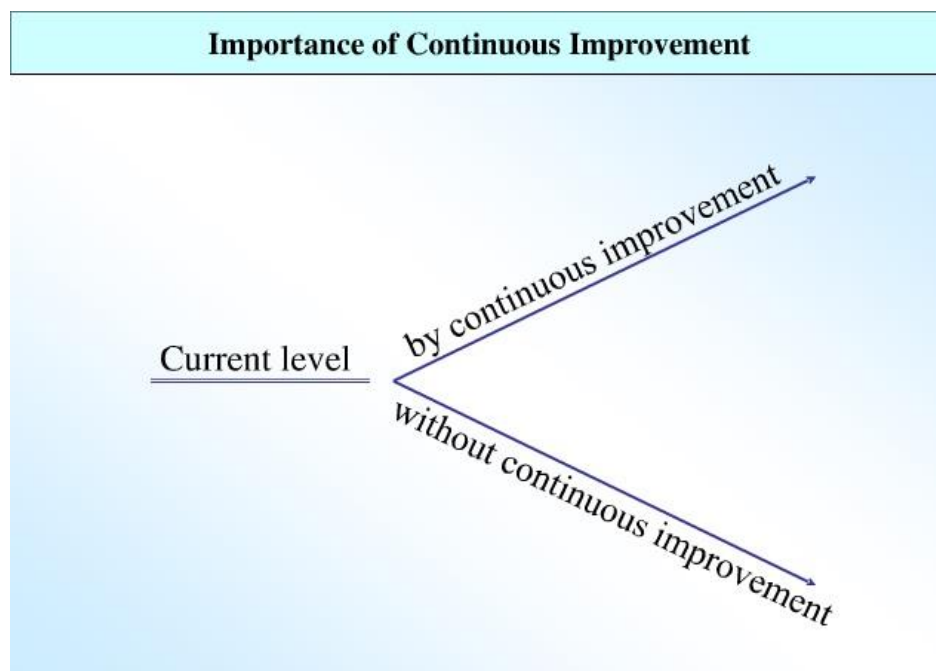


Fig. 4.1. El perquè de la importància de la millora contínua. Font: Yamashina, 2010 [2]

És d'aquí d'on neix una de les eines que més s'utilitzen en aquest procés de *continuous improvement*: el *kaizen*.

Kaizen significa “canvi a millor” o “millora” en japonès, i actualment és una eina utilitzada en la gran majoria de sistemes de producció industrial al món donada la seva senzillesa i el seu sentit pràctic.

El *kaizen* és un mètode de millora contínua que destaca per ser aplicable a qualsevol nivell, ja sigui a la vida social, personal o al món dels negocis. En aquest últim, que és el que interessa en el desenvolupament d'aquest projecte, es caracteritza per desenvolupar una cultura de participació entre els treballadors, des de l'alta gerència fins al personal de neteja. Així doncs, el *kaizen* és una sistemàtica de millora permanent i progressiva que involucra d'una forma participativa a tots els nivells de l'empresa a través de l'aportació d'idees de millora, amb esforços proporcionals al seu nivell de direcció. Ningú millor que la gent que hi treballa cada dia és capaç d'introduir millores en un procés.

La filosofia del *kaizen* es resumeix en que “un llarg camí comença amb un petit pas” i és que tot procés de canvi ha de començar amb una decisió i ha de ser progressiu amb el temps, és a dir, s'han d'anar posant metes a curt termini per arribar a canviar el procés a llarg termini.

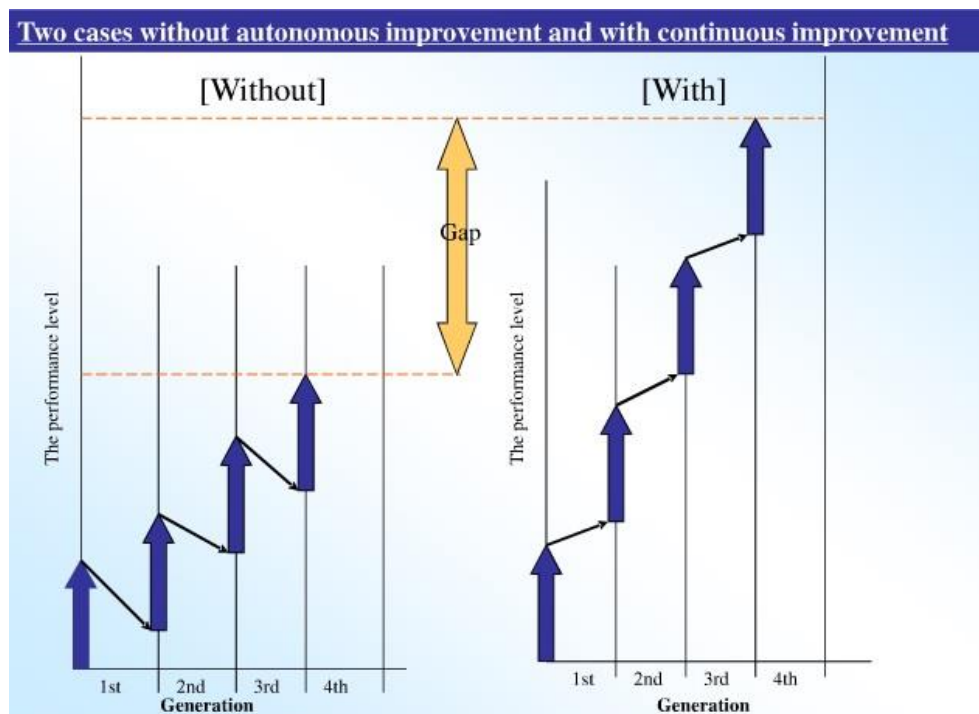


Fig. 4.2. Exemple del valor que aporta el *kaizen* o millora contínua. Font: Yamashina, 2010 [2]

La Figura 4.2 exemplifica la diferència entre una companyia amb millora contínua i una sense, i com no tenir un procés d'aquesta mena endarrereix i alenteix molt el creixement d'una empresa.

A banda d'això, es podria assegurar que és necessari tenir una metodologia si l'empresa vol créixer, ja que hi ha dos maneres de resoldre cada problema que ocorre a la fàbrica:

- *Fire fighting approach*: es tracta d'un enfocament conegut com "apagar focs", i que consisteix en solucionar o tapar un problema quan es dona, sense aprendre per la propera vegada o intentar implementar una millora que l'eviti permanentment.
- *Continuous improvement*: el problema s'enfoca d'una altra manera donat que l'objectiu és eliminar-lo de la llista de problemes per sempre. Aquesta metodologia requereix un anàlisi de les causes del problema, la definició d'unes contramesures i la seva implementació, i una revisió de resultats que certifiqui la millora. Si els resultats són positius, el següent pas es l'estandardització del procediment a seguir en aquesta acció que ha provocat el problema, per evitar que torni a ocórrer.

És clar que la primera de les metodologies no serveix per dirigir una fàbrica en condicions, i que per tant, tot hauria de tendir cap als procediments de millora contínua.

4.1.2. Compromís de la organització: el com

Per a que tot aquest procés de creixement mitjançant la millora contínua sigui factible és necessària una organització que cregui en això, i sobretot, que estigui compromesa. Cadascú, dins el nivell jeràrquic de cada organització, ha de saber en quin estament es troba i per tant, quina part del procés li correspon. A la Figura 4.3 es poden veure les responsabilitats de cadascun d'aquests nivells jeràrquics, on es mostra que el *Plant Manager* ha de passar la majoria de la seva jornada buscant noves formes de millora, en canvi, el deure del treballador de la fàbrica ha de ser el de la feina diària, tot i que això no li prohibeix, al contrari, l'aportació de millores.

D'altra banda, dins de totes les organitzacions s'hi poden trobar cinc nivells diferents de personalitats.

És molt útil conèixer en quin dels cinc nivells es troba el teu personal, ja que s'hauria de tendir a promocionar persones que estiguin emmarcades dins el nivell 5, per ajudar al procés de millora contínua i per intentar modificar els nivells d'aquelles persones que es troben en els nivells més inferiors.

Els cinc nivells existents són:

- Nivell 1: Persones que neguen l'existència de problemes o no els volen veure
- Nivell 2: Persones que admeten que hi ha problemes però busquen excuses per no ser capaços de resoldre'ls
- Nivell 3: Persones que admeten que hi ha problemes però no saben com atacar-los

- Nivell 4: Persones que volen veure els problemes potencials i per això, intenten visualitzar-los i els atacaran aprenent les metodologies adequades
- Nivell 5: Persones que coneixen els problemes, els mètodes per solucionar-los i la manera d'involucrar la resta de persones per atacar-los. Estan sempre preparats per atacar qualsevol problema que es presenti i per canviar la organització si és necessari, després de resoldre el problema

Així doncs, tal i com s'ha vist, cadascun dels nivells jeràrquics ha de respectar la seva tasca, aportant el gra adequat a la seva posició a la millora contínua, i s'ha d'intentar involucrar a tota la planta en aquestes tasques, essent l'objectiu final una organització amb persones de nivells 3-4-5.

Al cap i a la fi, és necessari tenir clar que només el canvi porta a la millora, ja que tal i com va dir fa molts anys Charles Darwin, en el seu "*Origin of the species*", "*it is not the strongest of the species that survives, not the most intelligent, but the one most responsive to change*", és a dir, no és l'espècie més forta la que sobreviu, ni la més intel·ligent, però sí la que millor s'adapta al canvi.

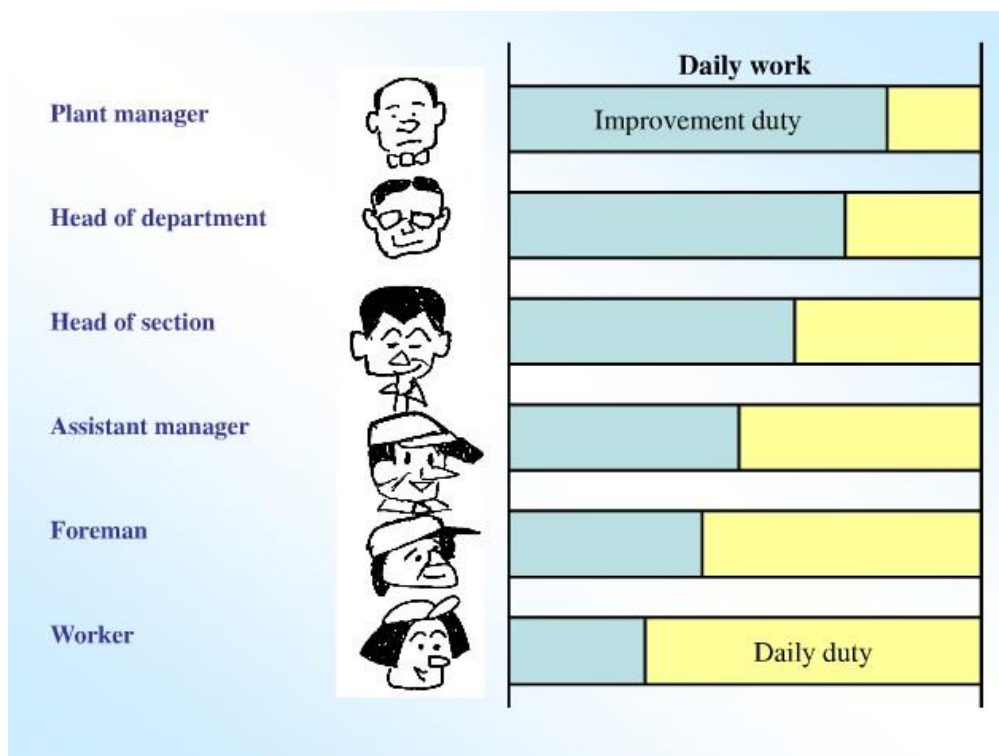


Fig. 4.3. Responsabilitats de cada nivell jeràrquic dins la organització. Font: Yamashina, 2010 [2]

4.2. Els orígens de World Class Manufacturing

WCM és un exhaustiu sistema que millora la productivitat, redueix les parades de línia i millora la qualitat involucrant a tots els treballadors en els desaprofitaments de temps i recursos causats per una fiabilitat per sota de l'estàndard.

El poder d'aquest sistema prové de la participació dels treballadors, ja que per produir bons productes, és necessari un bon equip de treballadors involucrats dins la millora contínua.

La idea del professor Yamashina quan va crear el programa WCM va ser la d'ajuntar els sistemes de producció que hi havia en aquell moment, per formar un sistema global de millora contínua que englobés tots els avantatges que proporcionava cadascun dels sistemes existents llavors. Així doncs, l'esquema que ell va desenvolupar va ser el que es pot contemplar a la Figura 4.4, en el qual WCM engloba els sistemes JIT (*Just in Time*), TQC (Control de la Qualitat Total), TPM (Manteniment Productiu Total) i TIE (*Total Industrial Engineering*), sota el sostre del sistema TQM.

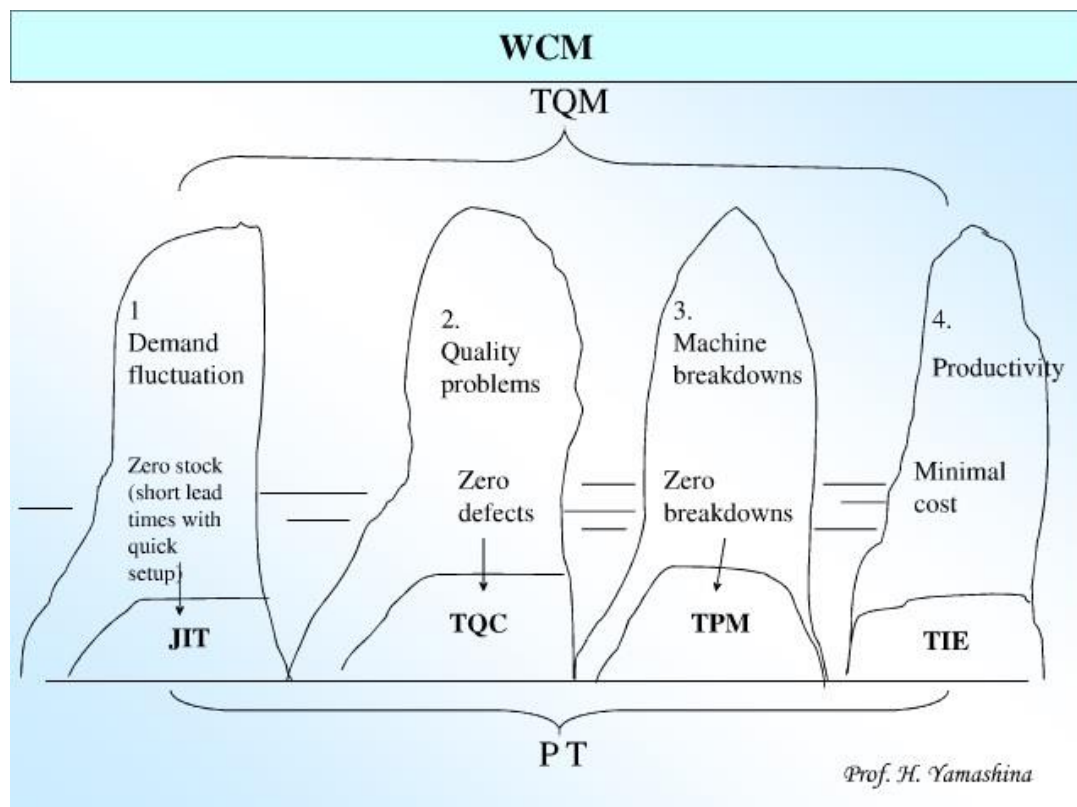


Fig. 4.4. Esquema de la creació de WCM a partir d'altres sistemes. Font: Yamashina, 2010 [2]

El programa que estava creant el professor Yamashina necessitava el sistema TQC com a cervell, el JIT com a sistema nerviós, el TPM com als músculs, i el TQM com al cor. Sense el sistema TQM, WCM no hagués pogut ser materialitzat [2].

Així doncs, a continuació s'estudiaran tots aquests sistemes de forma general, per a poder entendre la base de la creació del programa *World Class Manufacturing*.

4.2.1. Els sistemes TQC i TQM

La revolució total de la qualitat es va dur a terme a Japó, amb l'arribada de les idees de W. Edwards Deming, que va introduir controls estadístics en la producció de guerra americana.

K. Ishikawa el va convidar a donar una sèrie de conferències sobre les seves idees a Japó, que principalment eren la introducció d'estadístiques per a mesurar la variabilitat dels processos, millores contínues per a perfeccionar els diferents sistemes dels processos, i cicles PDCA amb tots els treballadors com a participants. A partir d'aquestes idees es va anar creant una cultura de qualitat total, que va propiciar que es convidessin a Japó altres gurus de la qualitat total, com Juran.

Amb aquest últim, el concepte de control de la qualitat va passar a estar enfocat únicament en la producció a convertir-se més en una preocupació global de tota l'administració (veure Figura 4.5).

Japó va aconseguir amb aquests sistemes de producció conquerir el mercat americà durant els anys 70 i 80 amb la seva producció de cotxes, que eren sinònims de qualitat i preu. A partir de llavors, les idees de Deming, Juran, Ishikawa i altres es van difondre als Estats Units i Europa.

La definició d'un producte o servei de qualitat és aquell que respon perfectament (projecte perfecte), de forma fiable (sense defectes), accessible (a un cost baix) i segura en el temps (en un determinats termini d'entrega, lloc i quantitat) a certes necessitats del client [3]. Així doncs, el terme qualitat ja no significa només l'absència de defectes, sinó la preferència del consumidor, i aquesta preferència del consumidor farà augmentar la productivitat de l'empresa, entesa com a facturació respecte costos. Així doncs, Deming va ratificar que la millora de la qualitat portarà a la millora de la productivitat.

En aquests termes, es pot dir que l'objectiu principal d'una empresa ha de ser satisfer les necessitats de les persones, tenint com a primera prioritat els consumidors (qualitat), després els empleats (creixement i desenvolupament personal), a continuació els accionistes (productivitat), i per últim els veïns de l'empresa (contribució social).



Fig. 4.5. Migració del sistema TQC al TQM. Font: Yamashina, 2010 [2]

Una de les eines més potenciades en aquest sistema són els cicles PDCA, que consten de quatre fases en la resolució d'una acció de millora i permeten augmentar la qualitat de les millores en el temps.

- *Adjust*: analitzar les causes i l'estat actual d'un problema o una possible millora potencial
- *Plan*: planificar una sèrie d'accions en el temps amb la creació d'un equip de treball
- *Do*: realitzar aquestes accions
- *Check*: obtenir resultats i quantificar la millora

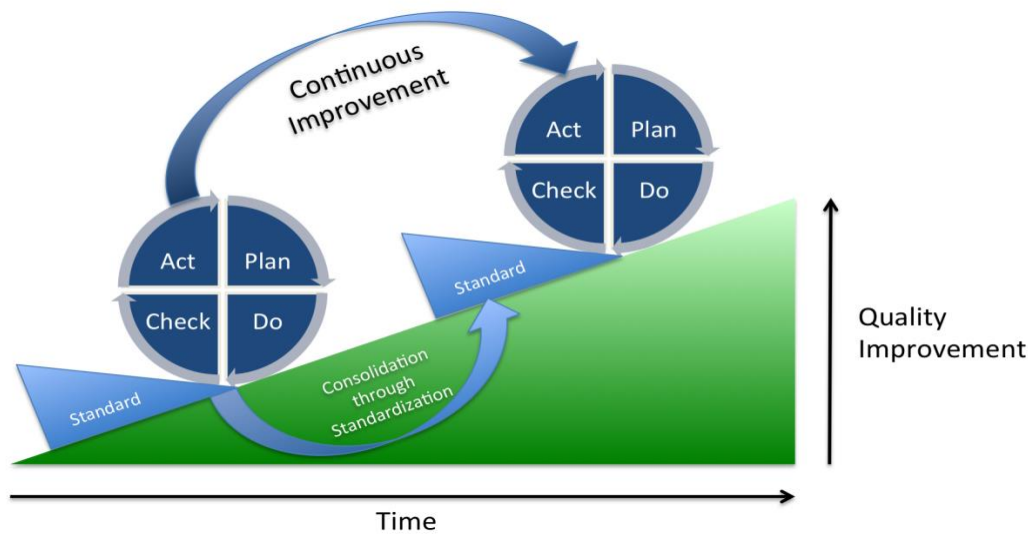


Fig. 4.6. Cicle PDCA. Font: http://en.wikipedia.org/wiki/File:PDCA_Process.png

4.2.2. El sistema TPM

El sistema TPM (Manteniment Productiu Total) va sorgir també al Japó gràcies als esforços del seu Institut de Manteniment de Plantes (JIPM) amb l'objectiu d'aconseguir l'eliminació de les sis grans pèrdues dels equips, a efectes de fer possible la producció *Just-In-Time*.

Aquestes sis grans pèrdues estan estrictament relacionades amb els equips, donant lloc a reduccions de l'eficiència del sistema productiu en tres aspectes fonamentals:

- Temps morts o aturades del sistema productiu
- Funcionament a velocitat inferior a la capacitat dels equips
- Productes defectuosos o mal funcionament de les operacions en un equip

Així doncs, el TPM incorpora una sèrie de conceptes nous, dels quals es poden destacar el Manteniment Autònom, dut a terme pels propis operaris de producció, i la participació activa de tots els treballadors, des dels alts càrrecs fins als operaris de planta. També incorpora altres conceptes desenvolupats abans com el Manteniment Preventiu, i noves eines com les Milliores de Manteniment i el Manteniment Correctiu.

L'objectiu principal d'aquest sistema és, doncs, l'ús més eficaç dels equips ajudant així a la millora de l'eficàcia global de la planta. Això es duu a terme mitjançant la identificació d'aquestes sis grans pèrdues i la realització de projectes per a la seva eliminació.

A continuació es mostren els principals motius d'aquestes pèrdues i algunes maneres d'eliminar-les [4].

- Pèrdues per averies, que produeixen pèrdues de temps inesperades
 - o S'ha d'intentar impedir el deteriorament accelerat dels equips, adherint-se a les condicions correctes d'operació, millorant la qualitat del manteniment, corregint debilitats del disseny i aprenent el màxim possible de cada averia
- Pèrdues per preparació i ajust de màquines, que provoquen pèrdues de temps en l'inici d'una nova operació o etapa
 - o S'ha de revisar la precisió en el muntatge de l'equip, plantilles i eines, i promocionar l'estandardització d'aquest procés
- Pèrdues per temps morts i aturades petites, que introdueixen pèrdues de temps, per exemple, per obstrucció a les vies, magatzems plens, etc
 - o Els operaris han d'observar cuitadament el que està passant i corregir defectes lleus
- Pèrdues per velocitat d'operació reduïda, que produeixen pèrdues de temps al no obtenir-se la velocitat de disseny del procés
 - o S'han d'estudiar adequadament els problemes que sorgeixen en operar amb la velocitat especificada, i establir clarament diferents velocitats per als diferents productes.
- Pèrdues per defectes en el procés, que provoquen pèrdues de temps per haver de refer parts del procés, reparar peces defectuoses o completar activitats no acabades
 - o S'han d'identificar clarament els factors causals d'aquests defectes i assegurar-se de que les mesures correctives tracten totes les causes considerades
- Pèrdues en la posada en marxa d'un nou procés, com per exemple en el període de prova
 - o S'han d'observar detingudament les condicions a l'inici de cada tanda de producció i avaluar la disponibilitat d'eines, procediments, estabilitat del procés, capacitat dels operaris, proves del producte, etc

Una de les eines més utilitzades en aquest sistema és la teoria japonesa de les 5S, basada en cinc paraules japoneses que comencen per aquesta lletra, i enfocada al treball efectiu, l'organització del lloc de treball i els processos estandarditzats del treball. El concepte "5S" simplifica l'ambient de treball, redueix els desapfitaments i activitats que no agreguen valor, alhora que incrementa la seguretat i l'eficiència de qualitat [4].

En primer lloc, hi ha el *Seiri* (classificar, ordenar, separar) que es refereix a eliminar de l'àrea de treball tot allò que no sigui necessari i pugui produir errors en el muntatge o accidents. Una manera d'identificar aquests elements és col·locant una targeta vermella (d'expulsió) a cada article considerat com a no necessari. Aquests seran traslladats a una àrea d'emmagatzematge transitori i si, més tard, es confirma que no eren necessaris no tornaran

al seu lloc inicial. Això ajuda a alliberar espais traient eines trencades, obsoletes, retalls i excessos de matèria prima, etc, ajudant a eliminar la mentalitat “per si de cas”.

En segon lloc, apareix el *Seiton* (organitzar, tot al seu lloc) enfocat a la organització de llocs específics per a totes les coses necessàries. Algunes accions que es duen a terme són la pintura del terra per delimitar les àrees de treball i ubicacions, sempre amb l'objectiu de tenir “un lloc per a cada cosa i cada cosa al seu lloc”.

En tercer lloc, hi ha el *Seiso* (neteja) que consisteix en netejar a fons l'àrea de treball una vegada s'han eliminat tots els obstacles innecessaris. Un cop neta, aquesta neteja s'haurà de mantenir en el temps amb l'objectiu de conservar el bon aspecte i la comoditat d'aquesta millora. Així, és més fàcil identificar problemes com fugues d'oli o aire, zones amb excessiva vibració o temperatura, riscos de contaminació, etc, que abans era impossible d'identificar degut al desordre i la brutícia. Si no s'atén adequadament a aquests elements, és probable que apareguin averies als equips i pèrdues de producció.

En quart lloc, es troba el *Seiketsu* (estandarditzar, mantenir) que consisteix en estandarditzar les millors pràctiques a l'àrea de treball, especificant el què i el com s'ha de fer cada acció, deixant que els treballadors participin en el desenvolupament d'aquestes normes o estàndards. Precisament ells són la font més valuosa d'informació en allò que es refereix a l'àrea de treball, però freqüentment no són presos en consideració.

En cinquè i últim lloc apareix el *Shitsuke* (sostenir, respectar les normes), que és la S més difícil d'aconseguir i implementar. La naturalesa humana és resistiva al canvi i en moltes organitzacions ha passat que s'han trobat un taller brut i desordenat a només uns mesos d'haver intentat implementar les 5S's. Així doncs, és necessària una forma sistemàtica que previngui la reincidència i fomenti la millora contínua. Algunes formes de fer-ho són determinar el nivell d'assoliment general de “5S”, realitzar controls rutinaris de 5S als treballadors mitjançant llistes de verificació o *check lists*, adreçar les reculades i noves oportunitats detectades als controls de rutina i realitzar auditories d'alt nivell per avaluar com de bé s'està treballant el sistema “5S” en general.

4.2.3. El sistema JIT

Es tracta d'una filosofia industrial creada com a evolució del *Toyota Production System*, del qual se'n van extreure els punts més adequats per aplicar al mercat occidental, i que considera la reducció o eliminació de tot el que impliqui desaprofitament en les activitats de compres, fabricació, distribució i suport a la fabricació (activitats d'oficina) en un negoci. El desaprofitament és concebut com a tot allò que sigui diferent dels recursos mínims absoluts de materials, màquines i mà d'obra necessaris per a agregar valor al producte.

Aquest sistema de producció total emfatitza en produir exactament allò que és necessari i enviar-ho on és necessari exactament en el moment en què es necessita, perseguint així el concepte de producció ideal. Això implica el mètode de produir la menor quantitat possible en l'últim moment possible, eliminant així la necessitat de l'emmagatzematge i els seus costos associats.

A continuació es mostren els fonaments en els quals es basa aquesta filosofia de producció.

En primer lloc, s'hi troba la flexibilitat dels recursos, materialitzada en l'ús de treballadors molt versàtils i de màquines multi-ús. Mitjançant l'estudi de moviments i temps, va quedar patent que en moltes ocasions l'operari havia d'esperar un cert temps mentre la màquina realitzava la seva funció, així que va sorgir la idea de que un operari podia utilitzar diferents màquines. Per a dur-ho a terme, les màquines van passar a col·locar-se en forma de L, i més tard en forma de U, on el principi i final de la línia estan junts. Es va haver de formar als treballadors per a realitzar tasques diferents, i es van haver de modificar les màquines per instal·lar sistemes de fixació i mecanismes de parada automàtica quan la tasca hagués finalitzat. El bon funcionament d'aquest sistema va propiciar la compra de màquines multi-usos que van disminuir els desplaçaments dels operaris.

En segon lloc, una altra característica és la distribució en planta cel·lular, amb l'agrupació de màquines de diferents tipus en una cèl·lula per produir peces de formes similars o requeriments de processament semblants. La forma en què les cèl·lules es distribueixen facilita la producció simultània de diferents productes i permet que problemes derivats de variacions en els volums de producció puguin ser solucionats incorporant més personal a la cèl·lula. Donat que en cada cèl·lula s'elaboren productes similars, el temps d'adaptació de la maquinària és petit i es pot reduir la mida dels lots.

En tercer lloc, un dels problemes amb els quals es troben les empreses i particularment la indústria automobilística és la coordinació entre la producció, entrega de materials, parts amb l'elaboració d'assemblatges parcials i les necessitats de la cadena de muntatge. Aquests problemes de coordinació s'han anat pal·liant amb l'inventari, però el sistema JIT proposa una resposta a aquest problema anomenada sistema *Pull*. La filosofia d'aquest sistema és que el client estira el producte, i no pas que el final de la producció l'empeny. Així doncs, els treballadors retrocedeixen fins a l'estació immediatament anterior per a retirar d'ella els materials i components que necessiten per a processar-los immediatament. Quan es retira el material, els operaris de l'estació prèvia saben que ha arribat el moment de començar a produir per a reemplaçar la producció retirada per la següent estació. Si la producció no es retira, els empleats de l'estació prèvia aturen la seva feina, i d'aquesta manera s'evita tant l'excés com el defecte en la producció. Es produeix només quan és necessari, entenent com a tal no el que ve establert en un pla, sinó el que els consumidors

demanen. Per a controlar millor el funcionament d'aquest sistema es va considerar necessari establir un mecanisme de formalització, anomenat sistema *kanban*.

En quart lloc, s'estableix una preferència a produir en lots petits, perquè es necessita menys espai i s'immobilitzen menys recursos, al igual que s'intenta minimitzar l'estoc (veure Figura 4.7), obligant així a tenir una bona relació amb proveïdors i subcontractistes, disminuint en gran mesura els costos d'emmagatzematge.

En cinquè lloc, es pretén minimitzar els temps de fabricació, els temps d'entrega i d'adaptació de la maquinària, aquest últim amb el sistema SMED, que permet reduir el temps de canvi d'eines aportant un avantatge competitiu per a l'empresa.

En sisè lloc, destaca la uniformitat de la producció, amb l'objectiu d'aconseguir un flux uniforme i adaptar-se millor a les variacions de la demanda. Això no significa produir el mateix cada dia, sinó produir petites quantitats de diferents productes en la producció diària, i així s'aconsegueix produir una mica de cada article cada dia, amb la qual cosa es respon millor a les variacions en la demanda. S'aconsegueix també estabilitzar la producció de components, reduir els nivells d'inventari i recolzar el sistema *pull* de producció.

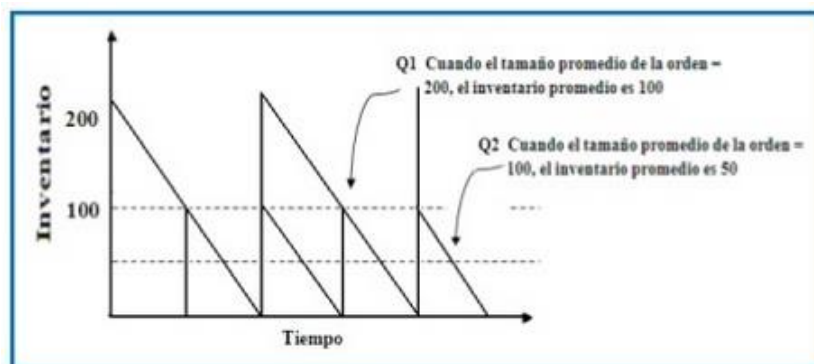


Fig. 4.7. L'inventari mig es redueix amb l'augment de la freqüència d'entrega. Font: *Jairo Quiroz Cabanillas, 2012 [5]*

En setè lloc, disposar d'una xarxa de proveïdors dignes de confiança és vital en el sistema JIT. És necessari que aquests compleixin amb exigents requeriments de qualitat i que estiguin ubicats en les proximitats de la planta, per a facilitar entregues freqüents de lots petits de components. Una de les creences més esteses sobre la filosofia JIT és que no elimina la necessitat de mantenir estocs, sinó que únicament la desplaça cap als proveïdors. Això, però, és només cert si els proveïdors no apliquen també el sistema, ja que si ho fan correctament, poden aprofitar-se dels avantatges derivats d'una demanda estable i segura, dels avisos previs respecte a variacions en el volum de producció, de l'assistència en qüestions d'enginyeria i administració, i en general, dels beneficis que es deriven d'una

estreta relació client-proveïdor. La forma més clara d'entendre la reducció d'inventari gràcies a l'augment de la freqüència d'entrega dels proveïdors és a la Figura 4.8 i 4.9.

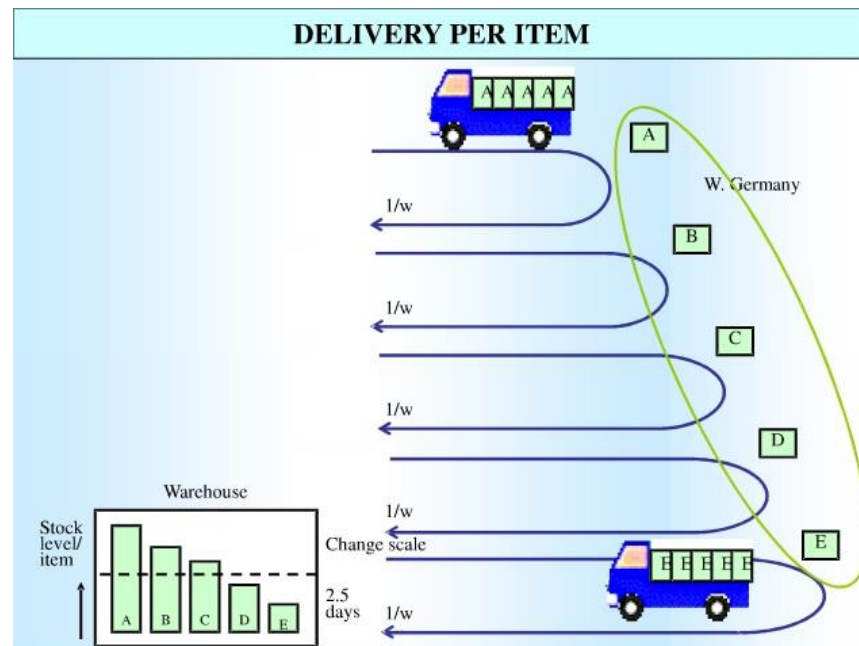


Fig. 4.8. Entregues de proveïdor per tipus de component: l'abans del JIT. Font: Yamashina, 2010 [2]

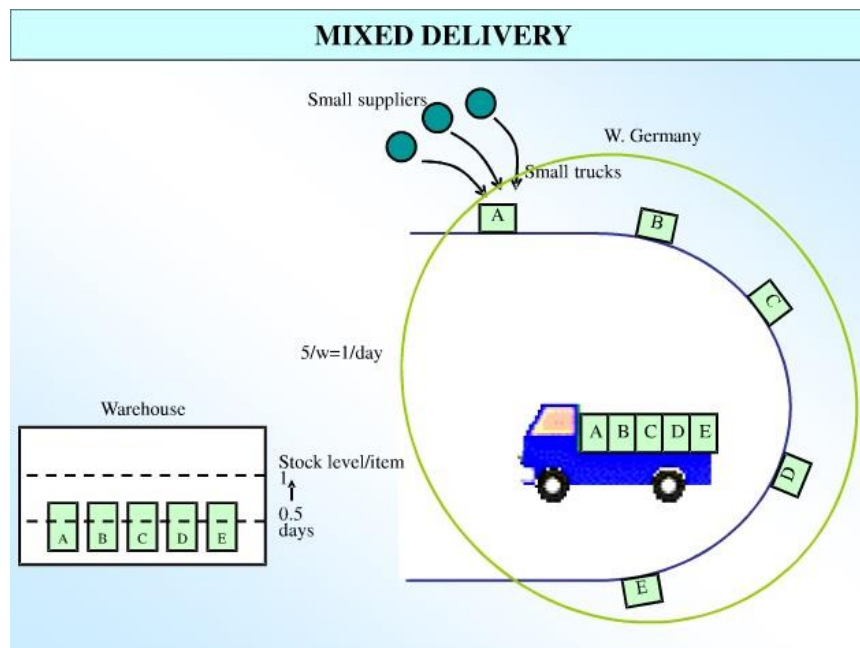


Fig. 4.9. Entregues de proveïdor mixtes: la filosofia JIT. Font: Yamashina, 2010 [2]

És important veure com l'estoc es redueix de 2,5 dies a 0,5 dies, i a més, augmenta la freqüència d'arribada de tots els materials d'un cop a la setmana a un cop al dia.

Per últim, altres característiques del sistema JIT són la tolerància zero amb els errors, que provoquen entregues retardades, l'assoliment de zero aturades per averies, el seguiment de la filosofia "5S" i la metodologia TPM, vista a l'apartat anterior.

4.2.4. El sistema TIE

El sistema TIE (*Total Industrial Engineering*) és un sistema de mètodes amb el qual s'augmenta la productivitat de la mà d'obra reduint el *Muri* (operacions anti-naturals), el *Mura* (operacions irregulars, que no sempre es duen a terme de la mateixa forma) i el *Muda* (operacions sense valor afegit), i separant la mà d'obra de la maquinària a través de tècniques amb sensors.

La causa del *Muri* és, com s'ha dit, una operació anti-natural, i per tant, en aquest aspecte es tracta l'ergonomia de l'entorn laboral mitjançant un estudi d'ergonomia. El *Mura* ve causat per un moviment irregular, i la seva solució recau en un estudi d'observació i l'estandardització del mètode per a dur a terme l'activitat. Per últim, el *Muda* es fa càrrec de totes aquelles activitats que no agreguen cap tipus de valor al producte (activitats NVA) com poden ser caminar, esperar, transportar, girar, etc. A la Figura 4.10 hi ha una sèrie d'operacions classificades per si agreguen o no valor al producte.

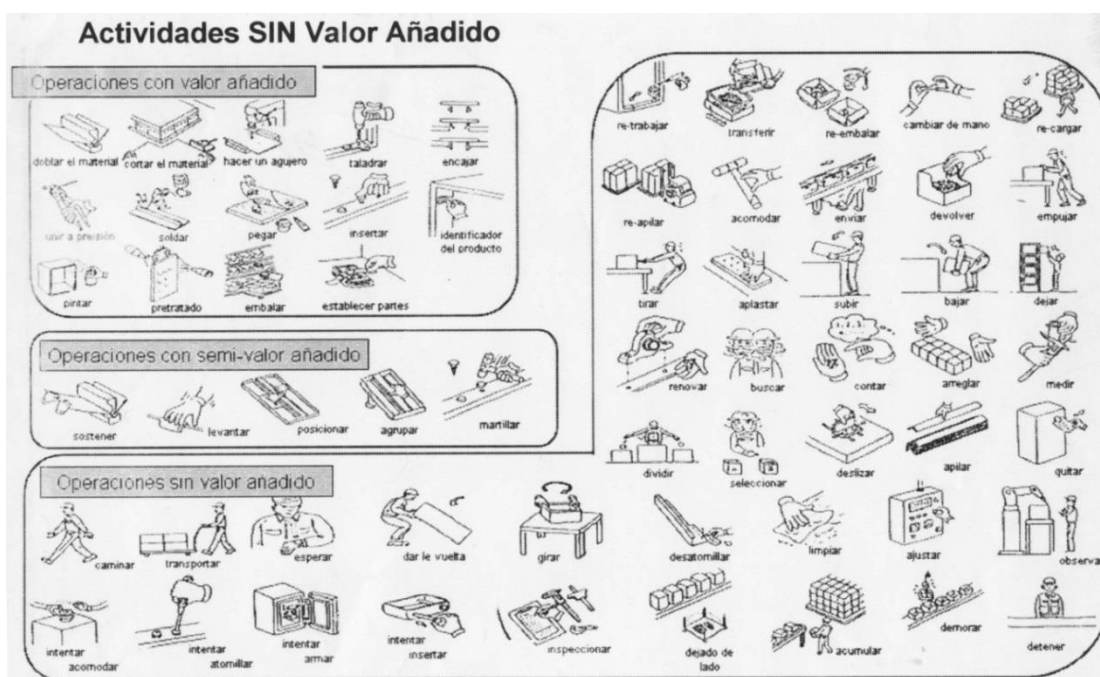


Fig. 4.10. Exemple d'activitats sense valor afegit. Font: *Fiat WCM Team* [7]

4.3. World Class Manufacturing

Com s'ha anat comentant anteriorment, aquest programa neix de la unió de tots els anteriors, i el seu objectiu principal és conscienciar l'organització de que s'ha de tenir només el que es necessita, en el moment en què es necessita i en la quantitat que es necessita.

Algunes de les característiques de les organitzacions de classe mundial són l'atenció al client, el control de la qualitat i la seguretat, la investigació i el desenvolupament de nous productes, l'adquisició de noves tecnologies, la innovació, un enfocament basat en l'equip, les millors pràctiques en el sector, la planificació de recursos humans, les pràctiques ecològicament racionals, les associacions empresarials i aliances, la reenginyeria de processos, les fusions i adquisicions, l'externalització i la subcontractació i la dependència dels serveis de consultoria.

El programa es cimenta en la base de l'estabilitat, entenent aquesta en termes d'estandardització de la feina, TPM, gestió visual, canvi ràpid i *kaizen*, per a aconseguir una producció anivellada.

Els dos pilars fonamentals en els quals s'ha de sustentar una organització de classe mundial (veure Figura 4.11) han de ser el seguiment del sistema *Just-in-Time*, amb un flux continu, i una fabricació enfocada a la qualitat, amb sistemes interns de notificació, reparació d'anomalies i estudi d'aquestes. Tota aquesta sèrie de característiques encaminen a les organitzacions a l'assoliment de la millor qualitat, el menor cost, l'entrega més ràpida, i la major satisfacció del client i rentabilitat.

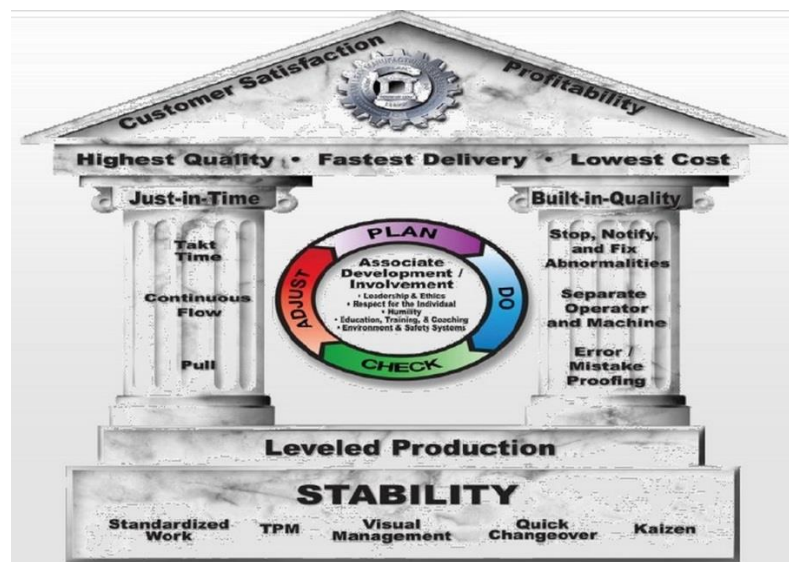


Fig. 4.11. Descripció de l'esquema principal d'una organització de classe mundial. Font:

<http://www.lean.org/Common/LexiconTerm.aspx?termid=353>

D'altra banda, aquest programa s'aplica en diverses àrees de les organitzacions, tot i que al llarg d'aquest projecte, les accions dutes a terme es concentraran en el pilar logístic de l'organització.

La organització es cimenta en deu pilars tècnics i deu directius, i l'inici de tota acció recau en l'anàlisi del *Cost Deployment*, que és una eina comptable que estableix un programa de reducció de costos mitjançant la cooperació entre el departament financer i el de producció. El *Cost Deployment* investiga la relació entre els factors de cost i les pèrdues, assignant a cadascuna un cost. D'aquesta manera, esdevé una llista d'accions a millorar ordenades amb un criteri purament econòmic: allà on la pèrdua és més gran és on s'ha d'atacar primer.

És per això que quan una fàbrica s'adhereix a aquesta metodologia la primera acció és realitzar un *Cost Deployment* de la planta en general per veure les pèrdues més importants i més urgents a atacar. A partir d'aquí, cada pilar realitzarà el seu *Cost Deployment* i anirà millorant de la mateixa manera.

Tal i com s'ha comentat a la introducció, les cinc característiques bàsiques de WCM és l'anomenat *Cost Deployment*, la designació d'una àrea model (o pilot) on dur a terme les proves de les accions de millora, que es designa a través del *Cost Deployment*, essent l'àrea amb més pèrdues i menor rendiment, el concepte del zero (zero residus, zero defectes, zero parades i zero inventari) com a herència del sistemes explicats anteriorment, el desenvolupament continu del personal i la millora contínua.

Els deu pilars tècnics en els quals es fonamenta l'organització són els següents [1]:

- *Safety* (seguretat laboral)
- *Cost Deployment* (distribució dels costos)
- *Focused Improvement* (millora contínua)
- *Autonomous Maintenance* (manteniment autònom, herència del sistema TPM)
- *Workplace Organization* (organització del lloc de treball, herència del sistema TIE)
- *Professional Maintenance*
- *Quality Control* (control de qualitat, herència del sistema TQM)
- *Logistics & Customer Service* (logística i servei al client)
- *Early Equipment Management* (gestió dels equips)
- *People development* (desenvolupament del personal)
- *Environment and Energy* (medi ambient i energia)

I els deu pilars directius són:

- Compromís de la direcció
- Claredat dels objectius
- Mapa de ruta cap a WCM

- Assignació del personal altament qualificat a les àrees model
- Compromís de la organització
- Competència de la organització respecte la millora contínua
- Temps i pressupost
- Nivell de detall
- Nivell d'expansió
- Motivació dels operaris

World Class Manufacturing Pillars

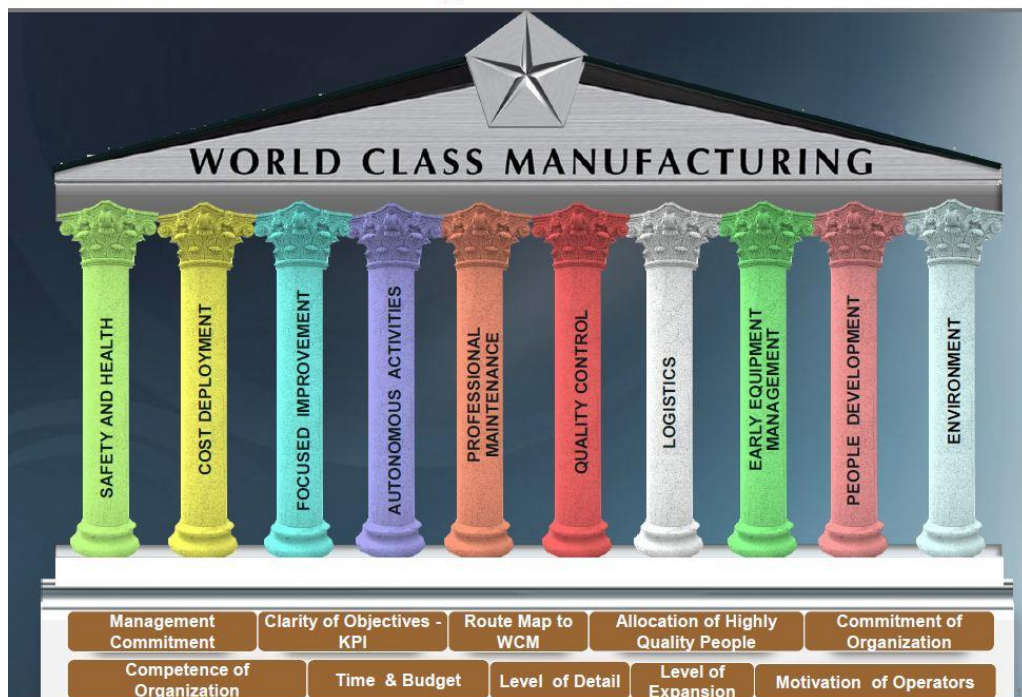


Fig. 4.12. L'organització vista com un temple sustentat per aquests pilars. Font: T. Netland, 2013 [1]

Un altre dels punts característics del programa és que fomenta la participació i el desenvolupament dels treballadors dins la metodologia WCM, i és per això que a la introducció s'ha comentat que fins i tot s'ha creat una acadèmia a Warren, als EEUU. Recentment, ha sortit una notícia que és una prova més d'aquesta manera de fer. Es tracta del WCM *Crash Plan* [6], que consisteix en un pla bianual en el qual directors de planta i líders dels pilars de les plantes més avançades d'*Automotive Lighting* (amb categoria de plata o inclòs d'or) visitin les plantes més "joves" per a transmetre el seu coneixement mitjançant experiències i suggeriments facilitant i accelerant el creixement d'aquestes. A la Figura 4.13 es pot veure la notícia.



Nace el WCM Crash Plan

En enero ha empezado el "WCM crash plan", el proyecto bienal que se implantará en todas las plantas de Automotive Lighting en la "award area" antes de finales de 2015.

El reto está abierto a todos: las plantas más avanzadas alcanzarán el nivel Plata o incluso Oro mientras todas las otras el nivel Bronce. Esto significará que el WCM se convertirá de lleno en nuestro sistema de producción y la vida laboral de todos nosotros cambiará completamente: y a mejor obviamente.

Ya son visibles los progresos hechos desde 2007, pero hay que ser entusiastas para las mejoras que aún nos esperan.

El ya mencionado "WCM crash plan" se basa en el hecho que en el grupo el conocimiento del WCM ya es fuerte y maduro (en algunas plantas empezó hace ya muchos años), mientras en otras más "jóvenes" esta concienciación se acaba de producir. De aquí el concepto de hermanamiento sobre cuya base grupos de directores de plantas y líderes de los pilares de las plantas más avanzadas acuden a las plantas más jóvenes para llevar experiencias y sugerencias facilitando y acelerando su crecimiento.

En enero empezamos con las plantas de Juarez y Pulaski en América del Norte, Contagem en Brasil y Sosnowiec en Polonia. En febrero han empezado las primeras actividades localizadas con la colaboración de un grupo de especialistas Fiat que se unirán a nuestro equipo de trabajo para garantizar el éxito.

A partir de la primavera se proseguirá con las otras plantas, siempre con las mismas modalidades.

Los elementos ganadores de este proyecto no serán solo la idea de hacer equipo



ajustar prácticas ya existentes. La finalidad será la de motivar las mejores prácticas haciéndolas disponibles para todos para que puedan ser copiadas o reajustadas.

Por lo tanto, las mejores ideas que cada uno de nosotros puede generar no se limitarán a su propia planta sino posiblemente se difundirán en todo el mundo,

Fig. 4.13. Notícia sobre el naixement del WCM Crash Plan. Font: *Revista de l'empresa Magneti Marelli*, 2014 [6]

Algunes de les eines més utilitzades en els avanços en la millora contínua d'aquest programa són, sobretot, els cicles PDCA (vistos al sistema TQM) i el *kaizen* (vist de forma general al capítol sobre el perquè de la importància de la millora contínua).

Aquest últim convé destacar-lo com a la primera font de millora contínua de les plantes, doncs cada idea de millora es materialitza en forma de *kaizen*, i és per això que hi ha diversos tipus en funció de si és o no quantificable en €, de la implicació d'un o més departaments i del benefici que aquest aporta. Així doncs, es poden trobar:

- *Quick kaizen*: pot ser quantificable o no en €, és realitzat pels operaris, l'anàlisi del fenomen és simple i el benefici esperat està entorn dels 2.000€ (B/C de 2,8)
- *Standard kaizen*: ha de ser quantificable en €, implica operaris i tecnòlegs, la causa arrel és simple però requereix fins a una setmana per trobar la solució. El benefici esperat està entorn dels 10.000€ (B/C de 4,1)
- *Major kaizen*: ha de ser quantificable en €, implica personal de diversos departaments, la causa arrel no és immediata i és necessari fins a un mes per trobar la solució. El benefici esperat està entorn dels 50.000€ (B/C de 9,9)

- **Advanced kaizen:** ha de ser quantificable en €, implica diversos departaments, la causa arrel no és immediata i és necessari fins a tres mesos per trobar la solució. El benefici esperat està entorn dels 100.000€ (B/C de 12,3)

MAGNETI MARELLI		STANDAR/QUICK KAIZEN		Leader: V. Barriacados P. Massey	
Pilar WCM: <input checked="" type="checkbox"/> Logística y Servicios cliente <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Gestión avanzada de los equipos		<input type="checkbox"/> Organización de los puestos de trabajo (WO) <input type="checkbox"/> Mantenimiento Autónomo (Niv.1) <input type="checkbox"/> Mantenimiento Profesional		<input type="checkbox"/> Desarrollo del personal <input type="checkbox"/> Seguridad/Ambiente <input type="checkbox"/> Otros	
OBJETIVO: Respetar FIFO PLAN: 1 DESCRIBIR EL PROBLEMA SW 1H n° QQ		TEAM: Toni Postigo		Referencia: 2602	
QUÉ? Qué problema? Qué máquina? Qué producto? A cuántos productos afecta el problema? Actualmente no se respeta el FIFO.		DO DESCRIBIR LA SOLUCIÓN / LAS ACCIONES ó descripción de la solución/croquis			
CUANDO? Qué fecha/hora? Qué ocasión (arranque, mantenimiento, producción)? Con qué frecuencia de aparición? Permanente.		Plan de acción N°: 			
DÓNDE? En qué línea / isla? En qué máquina/puesto? Logística.		PARA LOS TORES SE PUEDE UTILIZAR CHAPITAS CON BISAGR			
QUIEN? Quién ha detectado el problema? Quién ha fabricado el producto? Quién ha intervenido sobre la máquina? Logística.		PARA LOS TORES SE PUEDE UTILIZAR CHAPITAS CON BISAGR			
CÓMO? Cómo se ha sido identificado el problema? ¿Cuál ha sido su evolución? ¿Cómo ha sido fabricado el producto? Se ha identificado con un TAG SI/NO N TAG:		PARA LOS TORES SE PUEDE UTILIZAR CHAPITAS CON BISAGR			
POR QUÉ? ¿Por qué ha sucedido? ¿Cuál es la supuesta causa del problema? ¿Qué no estaba conforme con el standard? Al no tener las corrientes asignadas una entrada y salida de material, se coge el material según convenga, la idea es personalizar la entrada y salida de los churiles y asignar un tope a la entrada que solo deje entrar 1000 y no sacarlo y a la salida otro tope que solo deje sacar 1000 y no meter.		PARA LOS TORES SE PUEDE UTILIZAR CHAPITAS CON BISAGR			
TIPO PERDIDA (ver el dorso):		PARA LOS TORES SE PUEDE UTILIZAR CHAPITAS CON BISAGR			
Es necesario actualizar el FMEA, Plan de Control o un procedimiento ó instrucción? Es posible aplicar este Kaizen a otras UTE / líneas?		La solución permite garantizar que el problema no reaparecerá? Ha generado una OPL O SOP SI/NO n° OPL: N° SOP:			
Informar EEM SI/NO MP INFO Nr. Informar a I+D para cambio en diseño SI/NO BP INFO Nr.		ACT			
Fecha de lanzamiento: 17-6-13		Fecha de cierre: 26/6/13		Coste (€): 1968,35	
Beneficio (€): 18217,6		B/C (€): 9,3		Validación:	
1 / 1		VERIFICAR / CHECK			

Fig. 4.14. Exemple d'standard/quick kaizen. Font: Document de Magneti Marelli, 2013

La documentació necessària és, evidentment, proporcional a l'envergadura del projecte en qüestió.

4.4. El pilar de logística i servei al client

Tal i com s'ha vist, el sistema *World Class Manufacturing* està format per diversos pilars i en aquest projecte es centrarà l'atenció en el pilar de *Logistics & Customer Service*, amb la qual cosa és necessari en aquest punt entendre què és la logística i quines idees sobre ella té aquesta metodologia.

4.4.1. Què és la logística

La logística és el conjunt de fluxos informatius i físics dels materials que permeten satisfer al client fent arribar els components i objectes produïts o que es produiran adequats en el lloc, moment, quantitat i qualitat adequats.

Vista d'aquesta forma més global, la logística és molt més àmplia que la gestió tradicional dels materials, els magatzems i els transports, doncs ara agrupa principalment tres processos diferents de l'empresa.

En primer lloc, el procés comercial i de vendes, on apareix la logística comercial, encarregada de decidir on col·locar els centres de distribució de producte acabat de manera que estiguin en connexió directa amb la xarxa de venda, com seleccionar i organitzar de forma eficaç les vies i mitjans de transport, com analitzar les comandes del mercat i elaborar un pla de vendes a curt termini, i com gestionar i controlar les entregues de les fàbriques als centres de distribució.

En segon lloc, apareix el procés de *manufacturing* o producció en sí, en el qual la logística de producció s'encarrega de definir el flux productiu per a crear el màxim valor per al client, mitjançant la posada en marxa de produccions de flux capaces de produir en lots petits (teòricament a preu únic: *one piece flow*), amb un elevat mix productiu, temps de *setup* baixos, una alta qualitat, un subministrament adequat de materials i una alta motivació dels empleats, així com un baix nivell d'absentisme.

En tercer i últim lloc, la logística també engloba el procés dedicat a la compra i distribució dels components. Aquesta branca de la logística és anomenada logística d'aprovisionament, i la seva funció és ocupar-se dels fluxos i sistemes d'informació amb els proveïdors, dels components, de concretar les vies i mitjans de transport més eficaços i de la gestió òptima de materials i magatzems.

Aquesta àmplia visió és totalment necessària per fer front als objectius principals del pilar de logística, que són els següents [7]:

- Augmentar la satisfacció del client, tant en termes de qualitat com de terminis d'entrega (reducció i fiabilitat)
- Reduir els costos del capital invertit en producte en curs (augmentant la productivitat del sistema i dels llocs de treball mitjançant la reducció de moviments sense valor afegit i estocs inútils)
- Reduir els costos del trasllat de components, més comunament anomenat *material handling*, que en la indústria automobilística són elevadíssims

Per a aconseguir el compliment d'aquests tres objectius principals, s'utilitzen tres principis guia.

El primer de tots és el de la sincronització entre la producció i les vendes, que és el mètode més perfecte que existeix actualment per a satisfer plenament al client. La sincronització completa permet aconseguir produir exactament els productes necessaris per a satisfer al client, entregar-los en el moment just i en la quantitat exacta en la qual s'han sol·licitat. Això

significa reduir al mínim els components i semielaborats que circulen per la fàbrica amb l'objectiu de disminuir els temps d'entrega i satisfer plenament al client.

El segon principi es basa en la reducció al mínim del magatzem, és a dir, minimitzar l'inventari per a crear un flux productiu continu. Un flux continu permet reduir al mínim la sobreproducció, entregar les existències i per tant, augmentar l'eficàcia del capital invertit.

El tercer principi promou la restricció al mínim del moviment de materials i la seva manipulació, donat que cada trasllat inútil, repetit i evitable augmenta el cost i no agrega cap valor al producte. En una producció en massa com la de la indústria automobilística són necessaris moltíssims trasllats de components i materials i per tant, es poden produir molts moviments inútils i és fàcil generar moltes pèrdues sense advertir-les.

4.4.2. Pèrdues més importants de la logística

És important conèixer i aprofundir en les pèrdues més característiques de la logística, ja que la seva identificació exacte permet definir les prioritats correctes de les intervencions de millora logística, que portaran a reduccions significatives de cost.

Les grans pèrdues de la logística s'agrupen en 18 tipus principals, dins dels quals podem formar dos grups principals: nou d'elles estan relacionades amb la gestió de les existències (peces emmagatzemades) i les nou restants, amb els trasllats, transport i disposició de materials.

D'una banda, les pèrdues relacionades amb la gestió de les existències s'atribueixen a tres factors primordials [7]:

- Pèrdues relacionades amb els materials: pèrdues per material no utilitzat, per estoc de seguretat excessiu i preparat enfront fluctuacions de la demanda, pèrdues netes sobre els materials degudes als mètodes de producció actuals i no apropiats, que esdevenen fonts de malbaratament
- Pèrdues relacionades amb la mà d'obra: pèrdues per excés de mà d'obra, per escassa eficiència al lloc de treball o per treballs innecessaris si es seguís una correcta configuració logística
- Pèrdues relacionades amb l'espai físic: pèrdues per excés d'espai, per escassa eficiència en l'ús de l'espai o simplement per utilitzar espai al magatzem que podria no ser necessari (concepte de zero inventari)

D'altra banda, les pèrdues relacionades amb el trasllat, transport i disposició de materials també es poden atribuir a tres factors:

- Pèrdues relacionades amb la mà d'obra: pèrdues per excés de treball disponible, per escassa eficiència del treball durant els trasllats, perquè es col·loca incorrectament el material, o per haver de realitzar trasllats innecessaris
- Pèrdues relacionades amb l'espai: pèrdues per excés d'espai no utilitzat durant el trasllat, per l'escassa eficiència per utilitzar l'espai disponible, o bé per l'ús d'espai en moviments innecessaris
- Pèrdues relacionades amb les eines de trasllat: pèrdues per excés de mitjans de trasllat, per escassa eficiència en el seu ús, o per tots aquells mitjans de trasllats utilitzat en moviments innecessaris

4.4.3. Propostes de World Class Manufacturing

Havent vist els tipus de pèrdues més importants dins l'àrea logística de qualsevol planta, és important conèixer quins mètodes i tècniques proposa el programa *World Class Manufacturing* per atacar-les i reduir-les. Així doncs, aquest apartat anirà dedicat al coneixement de tots aquests mètodes, per a ser capaços d'aplicar alguns d'ells en el projecte real.

4.4.3.1. Reduir el magatzem i els moviments millorant la qualitat

Tal i com s'ha vist a l'apartat anterior, les existències al magatzem i el trasllat de materials són les dues fons principals de generació de pèrdues de qualsevol àrea logística. Per això, en aquest subapartat es tractaran una sèrie d'accions que ajuden a reduir aquests costos i per tant, aquestes pèrdues [7].

4.4.3.1.1 Reducció d'existències al magatzem

Si la sobreproducció està considerada com al pitjor malbaratament, el magatzem hauria de ser una de les conseqüències més evidents. De fet, com a magatzem es parla de moltes zones al llarg de la línia de treball, ja que també s'han de tenir en compte els petits magatzems, com els que es troben dins la mateixa línia de muntatge. Sumant tots els magatzems, es pot arribar a valors molt elevats d'estoc, que són una ferma prova d'una gran pèrdua.

Una simple reorganització del *layout* de les màquines i dels llocs de treball, és a dir, una redistribució de les màquines i dels llocs de treball dins la planta, amb un possible enriquiment de les tasques en un petit departament o cèl·lula de producció, permet disminuir en moltes ocasions el *buffer* o magatzem de producte en curs, que es troba en les diferents fases del procés.

Aquesta reorganització es basa normalment en la idea de deixar d'agrupar les màquines d'un mateix tipus amb l'objectiu d'augmentar l'especialització del treballador (*layout orientat*

a procés), i adoptar la idea d'un *layout* que reflecteixi la seqüència real del procés de producció, amb la qual cosa s'eliminaran tots els buffers entre fases del procés. Aquest tipus de distribució és conegut amb el nom de *layout orientat al producte*.

Una distribució en planta orientada a procés té l'avantatge de que es produeix una major utilització dels equips, i que per tant, la inversió en aquests haurà de ser menor, així com proporciona major fiabilitat i flexibilitat per a canvis en els productes i en el volum de la demanda. Els inconvenients però, i tal i com s'ha especificat anteriorment, són principalment que provoca un estoc altíssim de materials en curs d'elaboració, a més que té una mantenció cara i una programació complexa.

A l'altra extrem hi ha la distribució orientada a producte, amb l'avantatge de que proporciona una mínima manipulació dels materials (amb la qual cosa es redueix a la vegada una altra de les pèrdues importants, la de *materials handling*), es redueix el temps entre l'inici i el final del procés, hi ha molt menys material en curs, i la mà d'obra és més fàcil d'entrenar i, per tant, de substituir, ja que no està tan especialitzada. Els inconvenients d'aquesta distribució són que necessiten d'una inversió més gran, el disseny i la posada en marxa són més complexes, el ritme de producció ve marcat per la màquina més lenta, una averia pot significar la interrupció de tot el procés, així com també, que es poden produir temps morts en alguns llocs de treball i que un augment en el rendiment individual no repercuteix en el rendiment global.

És per això que, en el cas de voler reduir tant les existències al magatzem com el moviment i la manipulació de materials, el *layout* més adequat és l'orientat al producte.

A continuació es pot veure un esquema general dels dos tipus de distribució per entendre clarament la diferència entre ells.

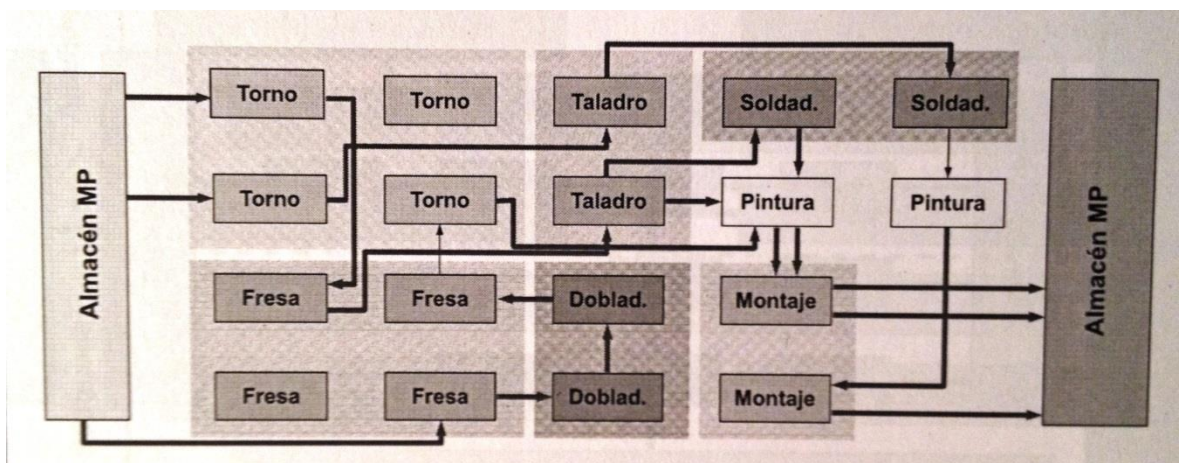


Fig. 4.15. *Layout* orientat a procés. Font: Mateo, 2012 [8]

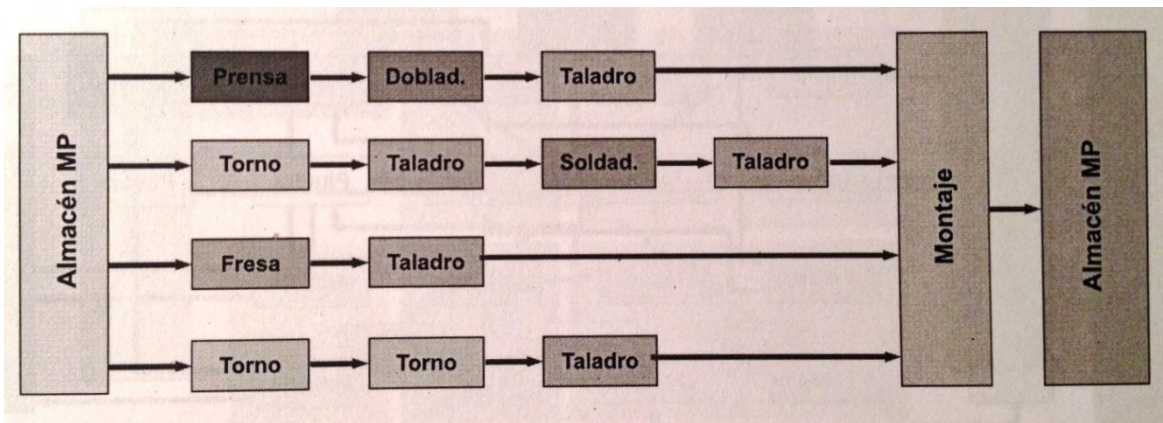


Fig. 4.16. Layout orientat a producte. Font: Mateo, 2012 [8]

Un pas més enllà després de la distribució orientada al producte és la cèl·lula flexible [8], amb la qual es redueixen els temps de fabricació i sobretot es guanya flexibilitat en el nivell de producció. Una cèl·lula flexible és una línia de muntatge que pot treballar amb diferent nombre d'operaris, amb la qual cosa si treballa amb més, el volum horari de producció serà major, i si ho fa amb menys, menor, ja que cada operari haurà d'encarregar-se de més tasques. Es pot entendre mitjançant l'exemple de la Figura 4.17.

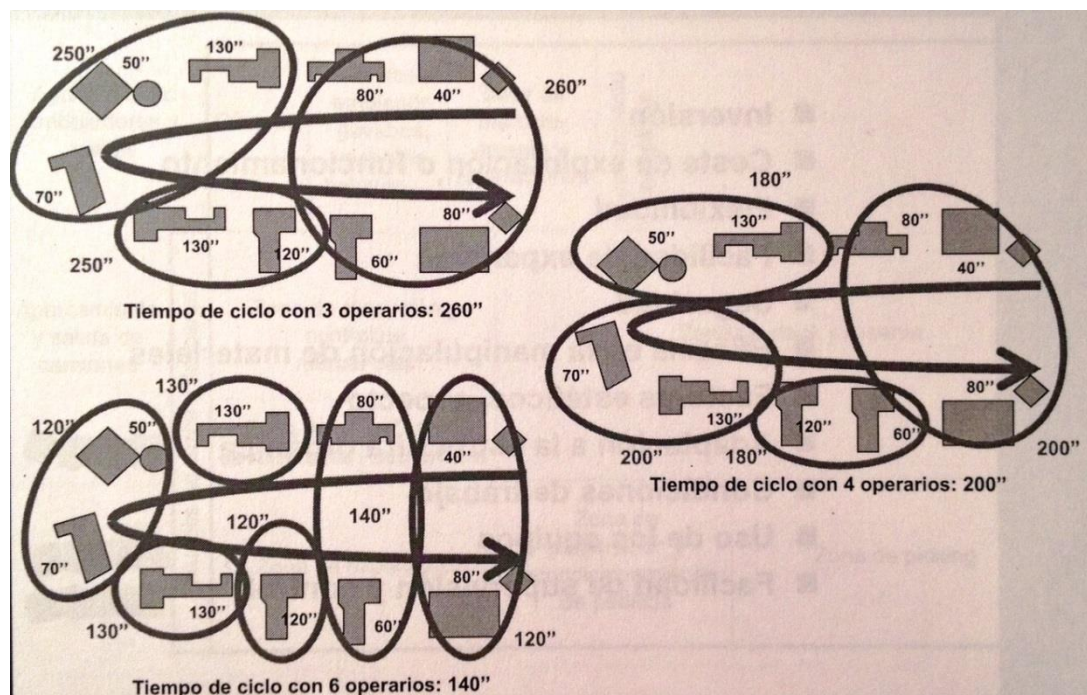


Fig. 4.17. Esquema d'una cèl·lula flexible, amb exemples de nombres d'operaris diferents.

Font: Mateo, 2012 [8]; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

4.4.3.1.2 Reducció de moviments inútils (*Minimum Material Handling*)

Un altre dels desapfitaments més grans és el dels moviments inútils, i és per això que s'han d'intentar eliminar. Aquesta mena de moviments es localitzen per tota la fàbrica, ja que són tan senzills com caminar per anar a buscar quelcom que no està a l'abast de la mà a la línia d'assemblatge, dipositar temporalment els materials, buscar peces concretes, posar-se de puntetes, o ajupir-se per agafar alguna cosa.

L'objectiu principal d'aquesta reducció és el principi de "*one touch, one motion*", és a dir, que el que estigui encarregat del muntatge estigui concentrat en el que fa i no es distregui amb altres operacions, ni faci moviments irregulars o dificultosos. L'analogia d'una sala d'operacions és fàcil per entendre el procediment: el cirurgià ha de concentrar-se en el terreny que es disposa a operar, mentre que la infermera ha de fer-ho en la preparació i selecció dels instruments.

La disminució de moviments es pot aplicar també dins la cèl·lula de muntatge, amb el format *one piece flow*, en el qual l'operari, més flexible i polivalent, controla més processos de producció en paral·lel, amb el que es transformen temps d'espera en temps de trasllat i d'inspecció de la qualitat breus. Així doncs, la manera de treballar de l'operari s'anomena *Chacku-Chacku*, originari del japonès i que significa Carregat-Carregat, que consisteix en que l'operari segueix un recorregut físic cíclic i es dedica a anar carregant les màquines i descarregant-les, sempre amb la filosofia de que "és la màquina la que ha d'esperar, i no l'operari".

4.4.3.1.3 Seqüenciació (*kitting*)

Un altre dels enfocaments que proposa el programa és el de subministrar a la línia el material seqüenciat. La seqüenciació pot realitzar-se per famílies individuals de codis o per vertaders vehicles-kit (*kitting*). Aquest últim mètode consisteix en disposar anteriorment els materials que després han de muntar-se a cada vehicle en caixes específiques que incloguin totes les peces necessàries per una unitat de vehicle. El kit es col·loca d'una forma còmode per al treballador, que d'aquesta forma ja té el material preparat i no ha de fer cap tipus de moviment inútil, alhora que s'evita que es cometin errors en el muntatge.

És important conèixer la diferència entre *kitting* i *picking*: el *picking* o retirada consisteix en retirar d'unes àrees ja preparades (al magatzem intern, extern o al taller proper a les línies de muntatge) un mix amb diferents tipus de material, organitzat per famílies o codis, que permeti la reposició d'un mix coherent amb el consum real (*mixed delivery*). Si en concret, el mix té cadència per a cada vehicle o producte, la retirada produirà vertaders kit i només en aquest cas es parla de *kitting*.

L'àrea de *picking*, com s'ha vist, pot trobar-se en diferents llocs de la fàbrica, però només en el cas de que aquesta àrea sigui abastida directament pels proveïdors, tant interns com externs, es podrà anomenar *supermarket*.

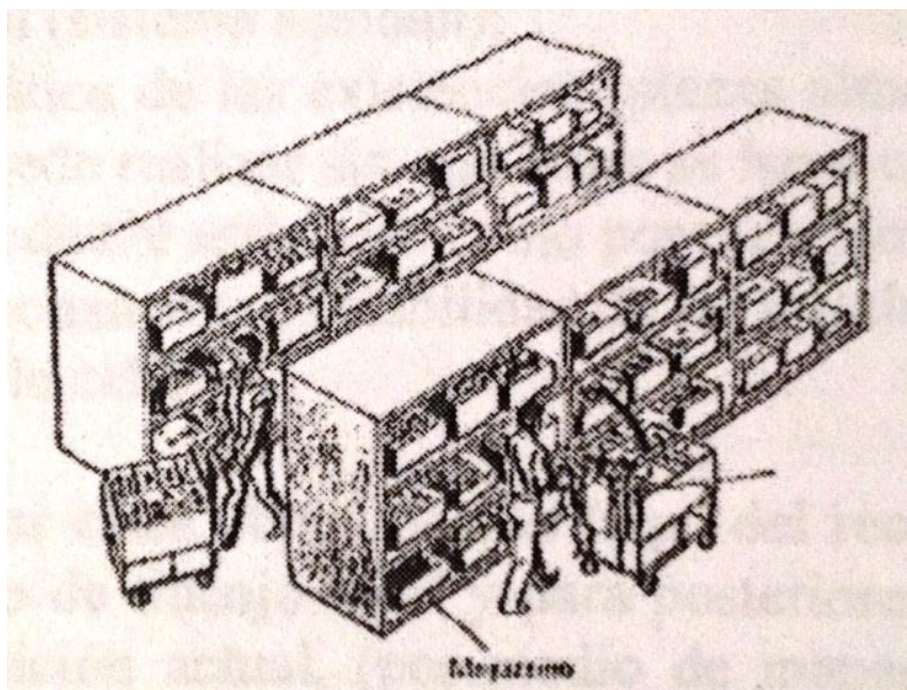


Fig. 4.18.Representació del *picking*. Font: *Fiat WCM Team* [7]

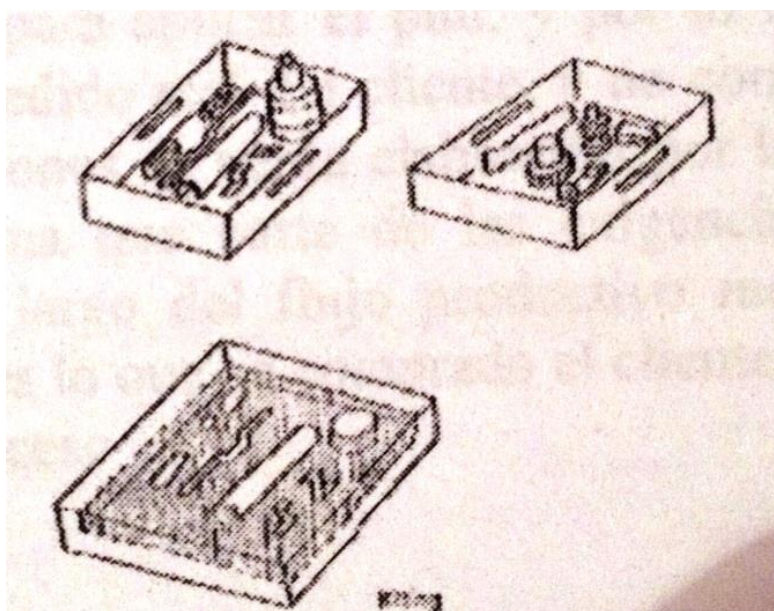


Fig. 4.19.Esquema d'un kit (*kitting*). Font: *Fiat WCM Team* [7]

4.4.3.1.4 Realitzar el JIT

La condició d'una logística *World Class*, amb poc desaprofitament, està representada pel sistema de producció *Just in Time*, que consisteix en produir en el moment just i en el lloc adequat exclusivament els productes demanats pel client. L'objectiu del pilar de Logística i Servei al Client és dirigir la producció i anar-la acostant, de forma gradual, a aquesta concepció.

Hi ha quatre principis fonamentals per a realitzar un sistema de producció JIT:

- Principi del flux ampliat-tens: amb l'objectiu de realitzar un muntatge en cadena, integrant i orientant els *layout* de procés al producte
- Principi *Pull*: amb l'objectiu de que el procés final estira de la cadena només les parts que gasta, les que necessita. El concepte és que ha de ser el client qui estiri la producció i no pas el final de la producció qui empenyi la producció cap al client (*Push*)
- Principi Cadències o *Takt Time*: amb l'objectiu d'aconseguir l'equilibri de les diferents activitats operatives en funció del volum i del ritme sol·licitat pel client (*Takt Time*)
- Principi Zero Errors: amb l'objectiu de millorar i estabilitzar tots els processos empresarials que influeixen en la producció (qualitat, fiabilitat, etc)

A partir d'aquests principis, el pilar de Logística i Servei al Client aspira a aconseguir una producció basada en les comandes del client, mitjançant un sistema adequat de gestió de comandes, la reducció dels *lead time* de producció, o el que és el mateix, el temps que transcorre des de que s'inicia la producció d'un producte fins que s'acaba, incloent el temps requerit per entregar el producte al client, per a permetre la sincronització entre vendes, producció i aprovisionament, i per últim, l'adquisició a temps dels components necessaris per a la producció, mitjançant un sistema de transport i entrega de tipus multi-entrega (*shared transportation*).

Evidentment, però, no es passa d'un sistema de producció massiu a un basat en el *Just in Time* de la nit al dia, i és per això que ha de fer-se de forma gradual, creant primer processos amb flux tens, i passant després a unir altres processos que no poden estar enllaçats directament mitjançant supermercats, gestionats en funció del seu consum amb senyals *pull*, per exemple, el sistema *kanban*. D'aquesta forma es segueix una lògica de progrés creixent cap al sistema JIT.

4.4.3.1.5 El Kanban

El *kanban* és un instrument pràctic que serveix per aplicar el *pull*, i regular d'aquesta manera la producció en funció de la comanda real del client, i no de la forma tradicional que es basava en les previsions de venda elaborades per la Direcció (sistema *push*).

Es tracta d'un sistema que parteix de les exigències del client i les transmet cap enrere, al llarg del flux productiu mitjançant albarans (o *kanban*) que descriuen exactament què és el que ha comprat el client. Per entendre-ho d'una forma més clara es pot fer un símil a la manera de funcionar del *kanban* amb la d'un supermercat.

Es pot imaginar, doncs, un supermercat amb les seves prestatgeries plenes de materials destinat a la venda, i a més, un petit magatzem a la part de darrera o un conjunt de proveïdors que produeixin les mercaderies posades a la venda. Cada client es presenta a la caixa amb la seva compra i la caixera recull de cada producte el seu albarà amb el codi del producte corresponent i ho envia al magatzem, on, quan ho recullen, ho interpreten com una ordre de reposició, que permetrà així, una nova venda. Aquesta aplicació s'anomena *kanban* de moviment, i es pot aplicar en qualsevol fàbrica, ja que una vegada s'ha declarat la producció d'un pilot, en el cas que ens ocupa, automàticament s'envia una ordre al magatzem com a ordre de reposició de tots aquells components que han estat utilitzats per a la fabricació d'aquest pilot.

Si es van fent *kanban* de moviment, arriba un moment en què el magatzem comença a estar buit d'un cert producte, i llavors s'envia un altre albarà cap al proveïdor (anomenat *kanban* de producció) demanant-li que subministri peces i les envii al magatzem.

D'aquesta manera, el sistema s'activa en funció de les comandes dels clients i està preparat per a respondre a les seves exigències, reduint la producció a allò que és necessari i quan és necessari, reduint també d'aquesta forma els magatzems. El procediment *kanban* es pot aplicar de múltiples maneres fent que la producció roti basant-se en les comandes reals del client.

4.4.4. Relació entre Logística i Qualitat

És important destacar la relació entre la Logística i la Qualitat, que ha de ser molt estreta, ja que un augment de la qualitat (amb l'objectiu de Zero Errors) provoca una reducció dels costos logístics.

La relació principal entre aquests dos termes depèn del fet de que la mala qualitat del producte, i conseqüentment, la necessitat de reparar, comprovar i corregir la feina, obliga a tenir existències de seguretat (peces emmagatzemades) i per tant, a retardar els temps d'entrega final i l'entrega al client final. A més, els productes defectuosos que s'han de reparar i que s'aparten del flux productiu principal, acaben per engrandir els magatzems i per tant, augmentar els costos. S'ha comprovat que els productes apartats del flux principal acaben per trencar la seqüència de producció programada, i tot i que la producció s'hagi programat segons el flux i amb temps fixes predefinits, el resultat final és que la seqüència d'entrega és molt diferent, i molts productes que el client espera queden retardats.

Aquests productes en reparació augmenten els costos logístics omplint el magatzem i deixant buits els mitjans de transport on haurien hagut de ser carregats. Pel contrari, la reducció dels defectes i la millora de la qualitat, es tradueix en una reducció dels costos logístics.

4.4.5. Elecció de la tipologia de flux en funció de la classificació de materials

Per aplicar els principis de la logística i aconseguir els objectius de satisfer al client i reduir els costos, el punt clau és utilitzar el flux de moviment més adequat per a cada tipus de material, és a dir, segons quines siguin les seves característiques intrínseques, dimensionals, econòmiques i fisicoquímiques. D'aquesta manera, s'han dissenyat algunes guies estàndard per a dirigir l'elecció del tipus de flux en funció del tipus de material.

4.4.5.1.1 Tipologies de fluxos logístics estàndard **¡Error! No se encuentra el origen e la referencia.**

Des de FIAT Group Automobiles (FGA), a dia d'avui, s'han identificat cinc tipus de fluxos logístics: JIT, Seqüenciació Externa, Directe, Seqüenciació Interna, i Desacoblat. A continuació, es detallaran aquestes tipologies per a poder entendre més tard el tipus de flux associat a cada tipus de material.

En primer lloc, en el cas del flux JIT, els productes es sol·liciten al proveïdor que, només després d'haver rebut la comanda, els fabrica i envia a les línies de producció de FGA. Es tracta del flux més lleuger ja que hi ha poques existències, de fet, només les que es troben a les línies de producció del proveïdor, les que hi ha viatjant i en moviment dins la fàbrica. El *lead time* (temps des de que s'emet la comanda fins que arriba a estar disponible per l'operari de la línia) és igual al temps de producció del proveïdor més el temps de transport i trasllat intern a la fàbrica.

En segon lloc, en el cas de la seqüenciació externa, el proveïdor rep la comanda, retira del seu magatzem els productes sol·licitats i prepara l'enviament cap a la línia de producció. El proveïdor, per tant, ja tenia els productes al magatzem i és per això que és necessari que aquest tingui un supermercat de productes variats. En aquest cas, el *lead time* és igual al temps necessari per retirar i preparar l'enviament al magatzem del proveïdor més el temps de transport i de trasllat intern per la fàbrica.

En tercer lloc, en el cas del flux directe, es sol·licita cada codi de producte al proveïdor de manera que aquest retira el producte del seu magatzem i envia a la línia de producció un contenidor que porta només peces d'aquest codi. També en aquest cas el proveïdor té un magatzem de productes, però no ha d'organitzar enviaments amb productes diferents.

En quart lloc, en el cas de la seqüenciació interna, aquest es divideix en dos depenent de si la seqüenciació es produeix directament en una àrea del magatzem o en una àrea de seqüenciació (*picking*) propera al punt d'utilització. Quan es troba al magatzem, els productes arriben dels proveïdors en contenidors diferents i quan la línia necessita certa seqüència o un determinat kit, es prepara al magatzem. En l'altre cas, que s'aplica quan hi ha poc temps de rotació disponible per a reposar el material seqüenciat, s'alimentarà l'àrea de picking des del magatzem intern (*double handling*) o si es prefereix, directament del proveïdor quan sigui possible. En aquest cas, el *lead time* és igual al temps necessari al magatzem per a seqüenciar o preparar el kit més el de transportar-lo a la línia.

En últim lloc, en el cas del flux desacoblat, cada producte es troba al magatzem, des del qual es retira individualment quan la línia ho requereix.

4.4.5.1.2 Classificació dels materials i elecció del flux més adequat

El Fiat Group Automobiles ha classificat els materials en tres grans classes [7]: A, B i C. La classe A es divideix en: materials amb moltes variants, molt voluminosos i amb un preu elevat, mentre que la classe C es compon dels materials més barats com poden ser els cargols o les juntes més petites. La resta, que no es poden incloure ni a la classe A ni a la C, són els de classe B, i per això es diuen que són els normals.

Amb l'objectiu de reduir les existències i per tant, combatre els desapropitaments, és molt important adoptar una tipologia de flux logístic diferent en funció del tipus de material. A banda dels criteris abans mencionats, s'haurà de tenir en compte també la distància des del proveïdor fins al punt d'utilització, i l'avaluació dels costos/beneficis del canvi de flux de l'aprovisionament, assegurant-se que s'avalua el cost total en funció de la productivitat, qualitat, *handling* i distàncies.

El flux de tipus desacoblat no és adequat per a productes amb moltes variants, ja que per garantir que a la línia hi hagi sempre la variant que es necessita s'hauria de tenir un magatzem per a cada variant i per tant, tenir moltes peces emmagatzemades. En aquest cas és molt millor el flux JIT, que hauria de ser la primera elecció, ja que fabricaria la variant que es necessita només quan es necessita i no hi hauria existències. Hi ha vegades, però, que el temps per fabricar la variant sol·licitada és massa elevat per utilitzar el flux JIT, i llavors s'utilitza la seqüenciació externa o interna.

Per als materials normals (de classe B), a la línia de muntatge, el flux desacoblat amb trucada mitjançant un sistema *kanban* pot ser el més indicat.

El raonament per als materials de classe C és diferent a la resta, ja que al tractar-se de materials que no costen gaire i que, a més, són molt poc voluminosos, tenir-los al magatzem no costa excessivament. La solució més idònia per a aquest tipus de materials és la de la

reposició mitjançant caixes petites, en petites quantitats directament des del magatzem a les línies.

En el cas de materials voluminosos, costosos o alguns normals, l'opció més adequada és la del flux directe, ja que al ser peces que són cares de tenir al magatzem, interessa tenir la menor quantitat possible de peces emmagatzemades, i és per això que al ser peces sense moltes variants, es poden gestionar en contenidors demanats directament al proveïdor.

4.4.6. Les eines

4.4.6.1.1 VSM *Value Stream Map* o Mapa del Flux de Valor

És un instrument que permet posar de manifest el desaprofitament i les pèrdues d'un procés empresarial. Ajuda a veure, entendre i representar el flux actual dels materials i de les informacions que, relacionades amb un producte determinat, creuen el flux del valor des del client fins als proveïdors (*Current State Map*). D'aquesta manera, permet dibuixar un mapa sobre com hauria de ser el flux del procés futur, en base a les millores identificades i en funció a la seva aplicació real (*Future State Map*). Seguint una òptica de millora contínua, abans de definir la *Future State Map* a on es vol arribar, és important realitzar també la representació d'una situació ideal a la qual aspirar (*Ideal State Map*) [9].

Es tracta d'un tipus especial de diagrama de flux que utilitza símbols coneguts com el "llenguatge *Lean*" amb l'objectiu de proporcionar el valor òptim al client a través d'un procés complet de creació de valor amb el mínim desaprofitament. S'ha demostrat que processos de millora aïllats creen millores localitzades, però el *Value Stream Mapping* és una eina que permet veure on hi ha pèrdues i planificar la seva eliminació des d'una visió més generalitzada del procés.

Així doncs, es pot dir que el VSM és una eina d'anàlisi i de planificació que ajuda a:

- Visualitzar el flux dels processos i detallar què s'ha de fer per millorar-lo i per a obtenir valor afegit
- Trobar on hi ha les pèrdues i veure quines en són les causes
- Realitzar hipòtesis sobre una situació a la qual aspirar
- Construir les bases d'un pla d'implementació mitjançant una representació gràfica que sintetitzi les eleccions operatives i els beneficis

4.4.6.1.2 Poka-yoke

La traducció literal del japonès seria "a prova d'errors", i és que el *poka-yoke* és una tècnica de qualitat que s'utilitza per tal d'evitar errors en una operació. Es tracta d'introduir un

sistema que impossibiliti els errors humans i que, a més, faci evident el fet de que s'anava a cometre aquest error.

L'exemple més típic es troba en un simple connector USB ja que no permet connectar-lo al revés, i a més, si s'intenta connectar malament, es fa evident que s'està cometent un error perquè no s'aconsegueix connectar. Aquest és el principal objectiu d'un sistema *poka-yoke*: concretar un procés o acabar un producte sense que existeixi la possibilitat de que hi hagi un defecte.

4.4.7. El mètode d'implementació

La implementació d'una logística *World Class* es basa en un recorregut de set passos, també anomenats *steps*.

Les activitats dels tres primers *steps* tenen l'objectiu de crear un flux logístic a l'interior de la planta amb la re-enginyeria de les línies i de la logística interna i externa. Els objectius típics d'aquests primers passos són la reducció del *lead time*, dels temps de *set up* i de les dimensions dels lots, l'eliminació de trasllats inútils dels materials i altres pèrdues logístiques, la neteja i reorganització dels ambients de treball i la gestió de materials mitjançant la lògica FIFO. Els passos 4 i 5 tenen la finalitat de crear un flux continu sincronitzant i equilibrant tota la producció i intervenir en la logística interna i externa per a aconseguir la fita de zero defectes, zero aturades i el subministrament JIT dels components. Per últim, els *step* 6 i 7 demanen un flux cuidat i controlat, sincronitzant totalment les vendes amb la producció i l'aprovisionament, i adoptant una seqüència basada en una programació amb temps prefixats i controlats.

De forma més específica, a continuació es detallen quin tipus d'accions es duen a terme a cadascun d'aquests passos i en què consisteixen.

- *Step* 1: Reorganització de la línia de producció. Els dos objectius principals d'aquest pas són reorganitzar la línia de producció per a satisfer al client i restablir les condicions base per a un bon funcionament, és a dir, preparar la línia des de zero per a començar a créixer dintre d'un bon funcionament.
- *Step* 2: Reorganització de la logística interna. L'objectiu d'aquest pas és examinar les modalitats de la logística interna per a reduir els magatzems intermedis, les activitats sense valor afegit i altres pèrdues logístiques. Una de les principals eines en aquest pas és l'anàlisi del *layout*, dels fluxos i l'elecció del *layout* més adequat, tant per les línies de producció com per les activitats d'alimentació d'aquestes. Aquest *step* es basa en el principi fonamental de la logística del *Minimum Material Handling*.
- *Step* 3: Reorganització de la logística externa. L'objectiu principal d'aquest pas és la revisió de la logística externa, entenent aquesta en termes de relació amb els

proveïdors i sistemes de transport per reduir al màxim els costos logístics, augmentant l'eficàcia dels mitjans i col·locant l'aprovisionament dins del flux productiu. Les intervencions més típiques per millorar la logística externa són l'aplicació de transports mixtes i càrregues mixtes, també anomenades *milk round*, on es carreguen en el mateix camió productes que provenen de diferents proveïdors. D'aquesta manera, cada proveïdor pot fer enviaments més petits, i s'augmenta la freqüència d'arribada dels camions, així com la saturació d'aquests. Aquests transports també afavoreixen la reducció de les mides dels lots amb la conseqüent reducció d'estoc al magatzem. Altres accions que es duen a terme són l'estandardització dels embalatges i les entregues directes del proveïdor a les línies de muntatge.

- *Step 4: Anivellament de la producció.* L'objectiu d'aquest pas és anivellar la producció a cada fase de manera que no hi hagi *buffers* intermedis entre les diferents parts del sistema productiu. Això significa, per exemple, que el departament d'injecció ha de fabricar només les peces que necessitaran els operaris de muntatge, i aquests hauran de muntar només les peces que sol·licita el client. Per aconseguir-ho, s'ha d'arribar a un sistema productiu capaç de fabricar en totes les seves parts petites quantitats amb una alta varietat.
- *Step 5: Refinar la logística interna i externa.* L'objectiu principal és perfeccionar la logística tant interna com externa, per exemple garantint que les mides dels lots a les diferents fases del sistema productiu siguin sempre les mateixes, amb el propòsit d'aconseguir una sincronització completa del sistema productiu.
- *Step 6: Integrar i sincronitzar xarxes de venda, producció i compres.* En aquest punt, la sincronització i la integració s'estenen també a l'àrea de vendes, a la distribució i a les compres amb la meta d'aconseguir un sistema logístic integrat i crear un flux més perfecte.
- *Step 7: Adoptar una seqüència o mètode de programació amb temps establerts.* L'objectiu consisteix a crear una seqüència amb temps establerts de forma que es creï un flux totalment controlat. Això porta a una sincronització plena entre vendes, producció, compres i proveïdors, obtenint un estoc mínim d'articles al magatzem.

Aquests passos es van implementant a la planta a mesura que s'apliquen les seves millores primer a l'àrea pilot i després s'estenen a la resta de línies de muntatge, però es tracta d'una metodologia cronològica en el temps, és a dir, els passos s'executen en ordre.

La metodologia WCM proposa analitzar els resultats dels diferents passos de millora mitjançant dos paràmetres: els KPI (*Key Performance Indicators*) i els KAI (*Key Activity Indicators*). Els primers avaluen l'estoc tant en dies com en valor monetari, i els segons avaluen espai estalviat, toros a l'àrea model, mà d'obra directe i indirecte, i embalatge no

estàndard. L'avanç a través dels diferents *step* ha d'anar millorant diferents aspectes d'aquests dos paràmetres.

5. Magneti Marelli: divisió Automotive Lighting

5.1. Descripció de l'empresa global

Tal i com s'ha comentat breument a la introducció del projecte, Magneti Marelli és una empresa multinacional pertanyent al grup Fiat i dedicada a la producció de diversos components d'alta tecnologia en el sector de l'automoció.

Amb més de 36.000 treballadors arreu del món i 86 unitats de producció, aquest grup d'empreses està present en 19 països i subministra a les més importants empreses de fabricació d'automòbils d'Europa, Amèrica i Àsia.

Com a proveïdor mundial de components, l'objectiu de l'empresa és proporcionar als seus clients una bona combinació entre alta qualitat i competitivitat, en totes les seves àrees de negoci, que són les següents:

- *Automotive Lighting*: fabricació de pilots davanters i posteriors i sistemes d'il·luminació
- *Powertrain*: sistemes de control de combustible
- *Electronic Systems*: telemàtica i sistemes electrònics
- *Suspension Systems*: sistemes de suspensió, absorbidors de xocs, sistemes dinàmics, etc
- *Exhaust Systems*: sistemes d'escapament, catalitzadors i sistemes de silenciament
- *Plastic Components and Modules*: components de plàstic
- *After-Market Parts and Services*: servei de distribució de components per a recanvis
- *Motorsport*: sistemes electrònics i electromecànics específics per a vehicles de competició (Formula 1, MotoGP, SBK i WRC)

La planta que s'analitzarà a continuació està situada a Llinars del Vallès, i pertany a l'àrea de negoci *Automotive Lighting*, que es dedica a la fabricació i distribució de pilots posteriors d'automòbils.

5.2. Caracterització de la planta objecte d'estudi

La planta situada a Llinars del Vallès compta amb 440 treballadors i fabrica per a les principals marques d'automòbils. A la imatge adjunta (Figura 5.1) es poden veure alguns dels cotxes per als quals la planta fabrica els pilots posteriors, i al següent gràfic (Figura 5.2) es pot observar la relació de clients de la planta del qual se'n deriva que el client més important és PSA (Peugeot i Citroën), seguit per Seat, Renault i Nissan, i Volkswagen.



Fig. 5.1. Exemple d'automòbils amb llums posteriors de la planta estudiada. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Una altra dada important a conèixer són els mercats amb els quals comercialitza la planta, i és que el mercat principal per al qual ven és OEM (*Original Equipment Manufacturing*) (85%), o el que és el mateix, pilots de primer equip per a les línies d'assemblatge de cotxes, però també hi ha el mercat de OES (*Original Equipment Sales*) (10%) i el de AM (*Aftermarket*) (5%) que venen els pilots per a recanvis als concessionaris i tallers, respectivament.

Aquest passat 2013 la facturació de la planta va ser de 31,8 milions d'euros i va vendre a 44 clients en 13 països diferents. La mitjana de palets de producte acabat enviats a client va ser de 285 al dia, amb la qual cosa s'exemplifica l'enorme volum de moviments logístics.

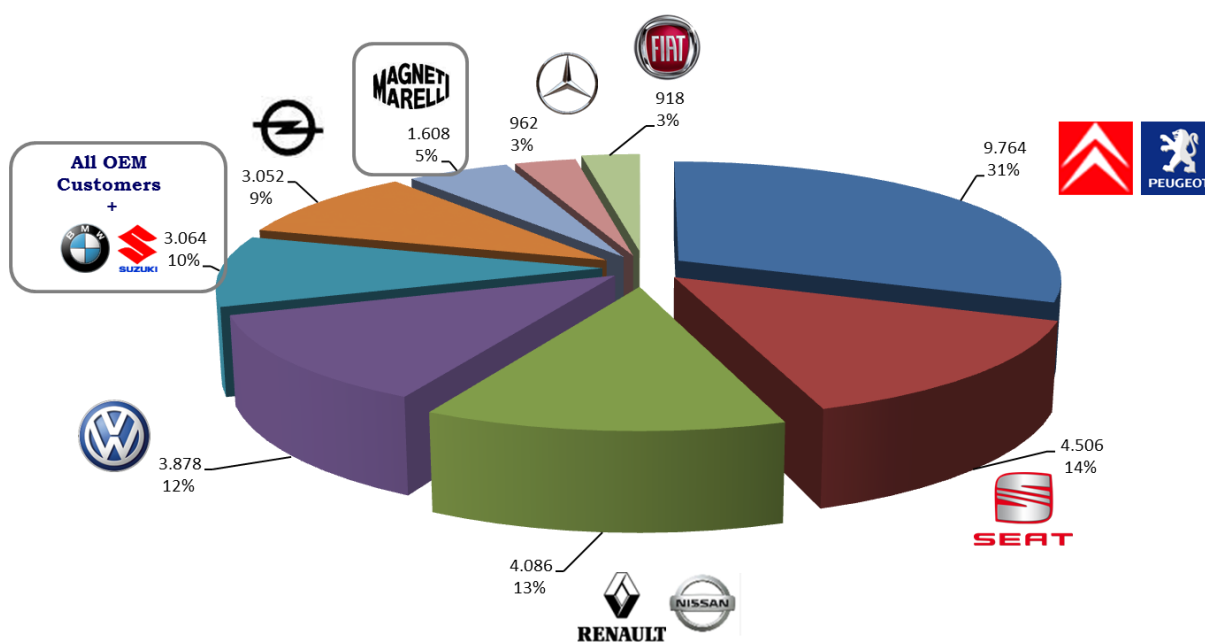


Fig. 5.2. Representació gràfica dels clients de la planta. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

D'altra banda, la planta està situada en un polígon industrial juntament amb altres empreses i està distribuïda tal i com es pot veure a la imatge a continuació.

Es presenta una divisió de la planta en tres naus: una per les oficines, des d'on es gestionen totes les accions comercials, financeres, de sistemes d'informació, de direcció i de comptabilitat, una altra per al que és fàbrica en sí, i una última com a magatzem i oficines de logística.

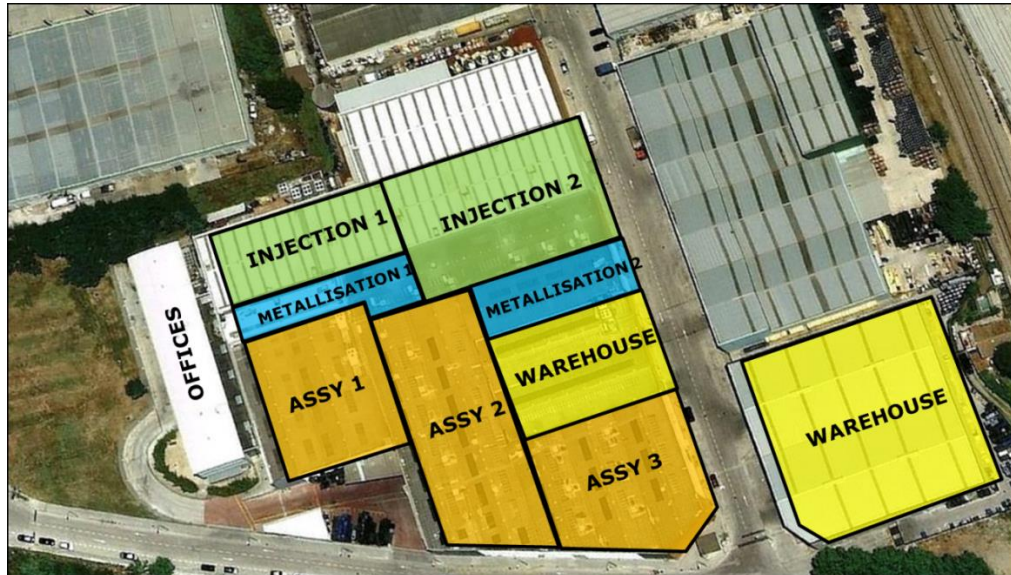


Fig. 5.3. Distribució esquemàtica de la planta. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

La fàbrica pròpiament dita conté dos espais d'injecció on es fabriquen alguns dels components com els transparents o reflectors (veure Figura 5.3), dos espais de metal·litzat on es metal·litzen peces com cossos i reflectors, i tres naus per a les línies de muntatge dels pilots. També conté un petit magatzem anomenat WIP (*Work in Process*) on es té un mínim estoc de tots els productes semi-elaborats.

El magatzem extern a la fàbrica s'utilitza bàsicament per emmagatzemar producte acabat i components provinents de proveïdor, ja que està situat al costat del moll de càrrega i descàrrega. Les oficines del departament de Logística estan situades també en aquest espai.



Fig. 5.4. Components fabricats per la pròpia empresa a la zona d'injecció. Font: *Pròpia*

D'altra banda, no està de més conèixer els proveïdors de la planta i la seva procedència. Al llarg de l'any 2013 l'empresa va destinar 15,9 milions d'euros a la compra de components a proveïdors, i més del 40% d'aquesta partida es va efectuar a proveïdors espanyols. D'altra banda, però, el 60% restant d'aquest cost prové de proveïdors d'altres països com Alemanya, Itàlia o Turquia, per tant, qualsevol millora en la logística externa proporcionarà una reducció de costos important ja que el cost del transport és elevat donat que més de la meitat dels transports són fora d'Espanya.

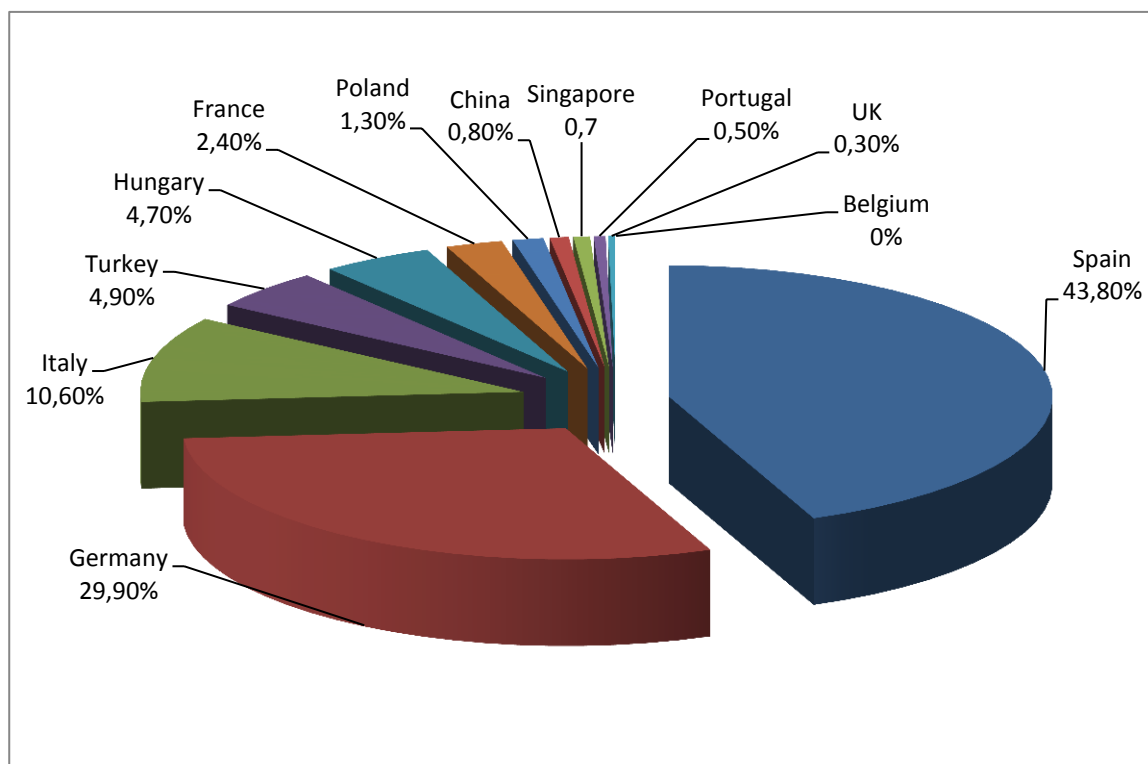


Fig. 5.5. Anàlisi dels proveïdors de la planta l'any 2013. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

5.3. Una visió global de la logística de la planta

Una bona manera d'analitzar la logística de la planta en qüestió és abordar el seu *Value Stream Map* (VSM).

A través del VSM flueix el que s'anomenen "*items*", que en el cas d'una fàbrica serien els materials. A més, els números enquadrats representen moviments de materials, i les lletres encerclades, estoc parat en un punt. A partir d'aquí es pot descriure el flux logístic de la planta estudiada.

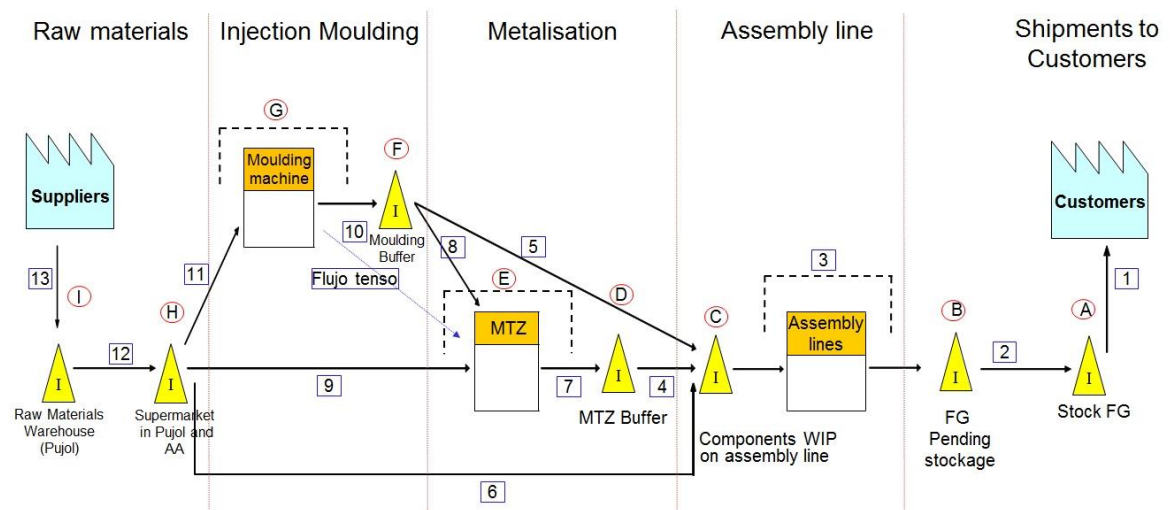


Fig. 5.6. *Value Stream Map* de la planta. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

És important descriure els símbols més característics per entendre el procés perfectament:

	Proveïdor/Client: representa a un proveïdor quan està situat a l'esquerra i a un client quan ho està a la dreta.
	Procés, operació, màquina o departament a través del qual flueix el material.
	Inventari: representa l'inventari entre dos processos.
	Indica que hi ha integrats múltiples processos a la cèl·lula de muntatge englobada.

Fig. 5.7. Símbols més característics del *Value Stream Map*. Font: *Pròpia*

Els materials provinents de proveïdor descarreguen al magatzem extern a la fàbrica (Figura 5.8, punt 1) i una persona els ubica en aquest mateix magatzem (punt 2). Aquesta mateixa persona mou el material d'aquestes ubicacions a un *supermarket* a nivell de terra (punt 3), des del qual els aprovisionadors de la fàbrica agafen el material i el porten a la zona d'injecció (punt 6) i metal·litzat (punt 4) o directament a les línies de muntatge (punt 5).

Entre injecció i metal·litzat hi ha dos tipus de transport: el normal via trens de material, i l'anomenat flux tens que consisteix en una espècie de cinta transportadora que porta el material d'una zona a l'altra sense necessitat de cap logístic.

Aquests materials de fabricació interna (provinents de les zones d'injecció i metal·litzat) es duen a un magatzem de producte en curs (punt 7) anomenat *WIP (Work In Process)* des del qual els aprovisionadors recullen el material que necessiten les cèl·lules de muntatge.



Fig. 5.9. Ubicacions del material provinent de proveïdor. Font: *Pròpia*



Fig. 5.10. Supermarket de materials de proveïdor. Font: *Pròpia*



Fig. 5.11. Magatzem de producte en curs WIP. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*



Fig. 5.12. Magatzem de producte acabat. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

5.4. Anàlisi de costos de l'àrea logística

De la mateixa forma que s'ha analitzat la planta a grans números de forma global, és important fer el mateix amb els costos de l'àrea logística perquè al cap i a la fi, l'objectiu de tota empresa és la reducció de costos sense renunciar a la qualitat del servei o producte.

La identificació dels costos més importants donarà una idea de cap a on han d'anar encaminades les accions de millora, i tot i que el procediment *World Class Manufacturing* ajudi a estandaritzar tot el procés de millora, sempre és vital conèixer la veritable arrel del problema per a donar-li la millor solució. A més, tal i com s'ha vist a la Introducció, el primer pas del programa WCM és identificar les majors pèrdues per atacar-les en primer lloc.

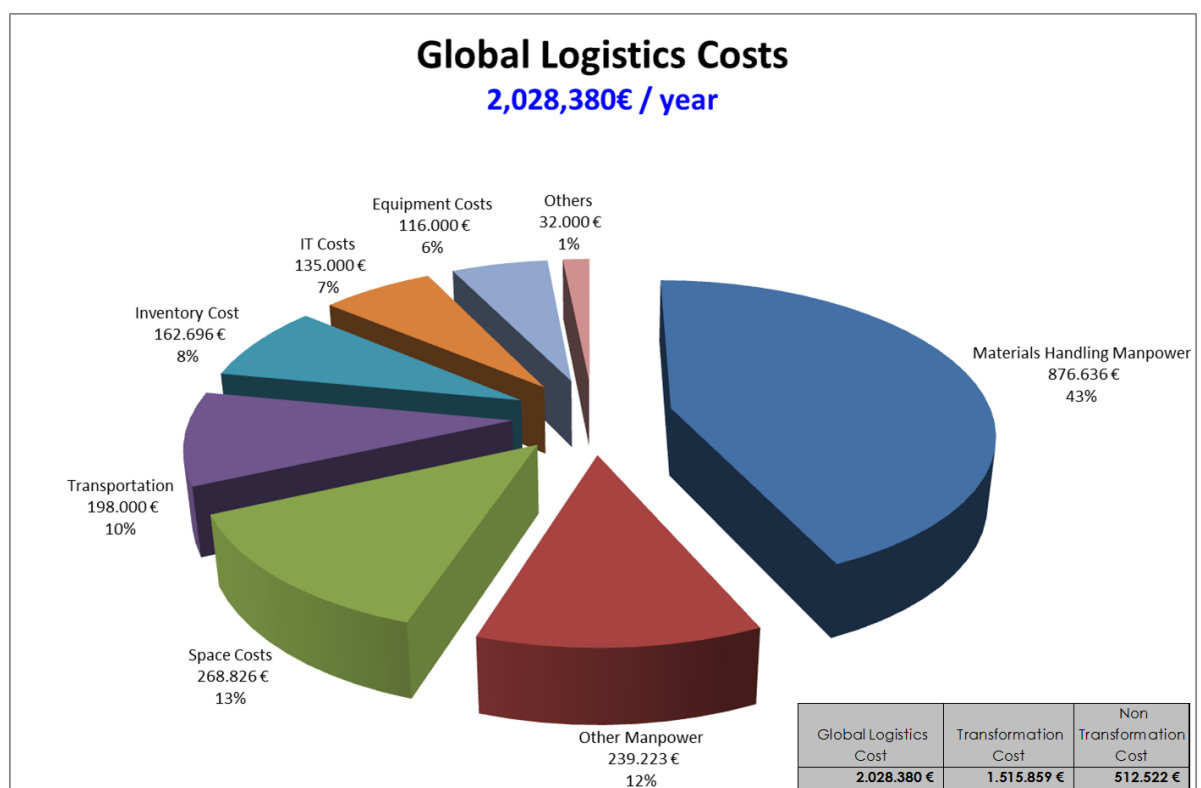


Fig. 5.13. Anàlisi dels costos de l'àrea logística de la planta l'any 2013. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

D'aquest anàlisi (Figura 5.13) se'n deriva una simple conclusió: dels 31,8 milions d'euros que va tenir l'empresa de facturació aquest 2013, 2 milions d'euros van ser costos de logística. Això significa que un 7% de la facturació total va anar només per cobrir els costos logístics, i per tant, es fa patent que els costos de la logística representen una partida molt important. A més, tenint en compte que el 54% dels costos globals de la planta són els costos dels materials per dur a terme la producció, els costos logístics van representar un

15% de la resta del cost de la planta. Així doncs, l'objectiu de qualsevol millora sempre serà la reducció d'aquest cost logístic global.

Analitzant de manera més profunda tot aquest desglossament de costos es pot observar que el cost de la logística està format per (de major a menor valor):

- *Materials Handling Manpower*: representa un 43% del cost total i pertany a tota la mà d'obra relativa al moviment de materials
- *Space Costs*: representa el 13% del cost total i conté tots els costos relatius a l'emmagatzematge
- *Other Manpower*: representa el 12% del cost total i representa el cost de la resta de la mà d'obra del departament (oficines)
- *Transportation*: representa el 10% del cost total i conté tots els costos provinents del transport de contenidors de producte acabat
- *Inventory Cost*: representa el cost de mantenir un control de l'estoc existent
- *IT Costs*: representa el cost de les tecnologies de la informació existents al departament, en aquest cas, del sistema de gestió SAP
- *Equipment Costs*: representa el cost de tots aquells vehicles o instruments necessaris per al moviment de materials (toros, trens, transpalets, ...)
- *Others*: representen càrrecs per entregues fora de termini, per exemple

Com a conclusió d'aquest anàlisi s'extreu que els costos més importants dins de la logística de la nostra planta són tres:

- El cost de *material handling* o moviment de materials (43%)
- El cost d'inventari o d'excés d'estoc (representat pel cost d'emmagatzematge i de mantenir un control de l'estoc existent, 21%)
- El cost dels transports externs (10%)

En el proper apartat s'exposarà la metodologia de millora que proposa el programa del Grup Fiat, però abans de conèixer-lo, amb aquest anàlisi s'ha pogut declarar les tres àrees en les quals s'haurà de centrar tota l'atenció per a obtenir la màxima reducció del cost.

6. Activitats prèvies al projecte

L'objectiu principal d'aquest projecte és l'assoliment d'una puntuació de dos punts en l'àrea logística a l'auditoria del programa *World Class Manufacturing* (WCM) a celebrar a mitjans de Març, però des que la planta va entrar en aquest programa ja s'havien anat fent una sèrie de millores al llarg del temps que havien concedit la puntuació d'un punt a l'àrea logística.

És important conèixer de forma general el procés que es va dur a terme des de l'inici del programa *World Class Manufacturing* fins a la situació actual, i comparant aquesta amb les condicions que s'han de complir per assolir la puntuació desitjada, quedaran patents aquells punts on s'han de realitzar projectes de millora.

6.1.1. Tria de l'àrea model

El procediment per escollir l'àrea pilot (o model) es duu a terme a l'inici del procés WCM. El primer pas és realitzar un *Cost Deployment* de tota la planta i identificar la pèrdua més important. En el cas d'aquesta planta, el primer anàlisi va ser el següent:

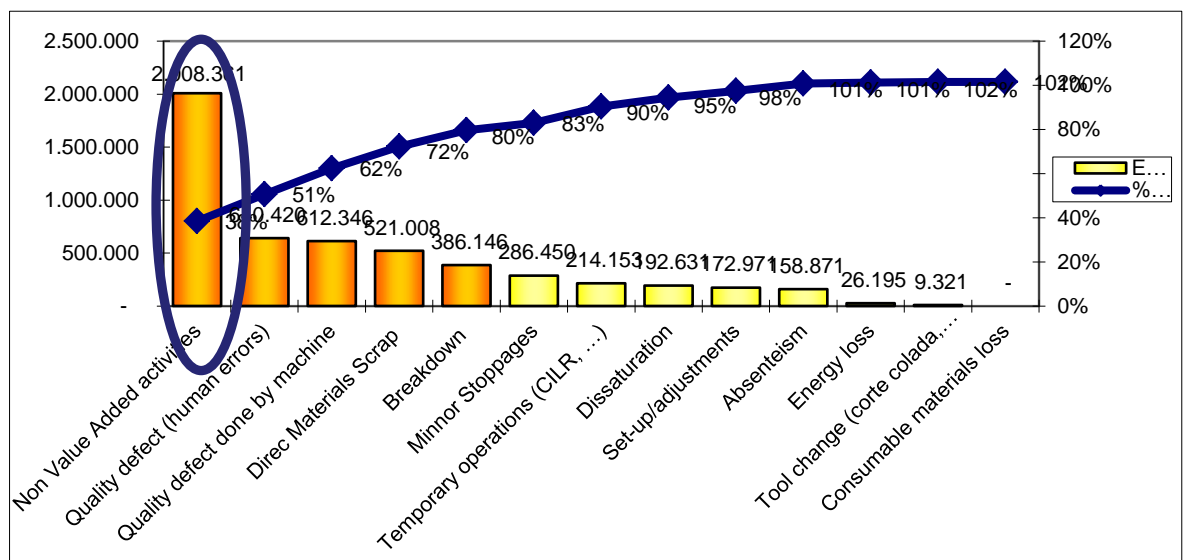


Fig. 6.1. *Cost Deployment* general de la planta a l'inici del projecte WCM (Març 2010).

Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

En aquest gràfic s'hi representen a l'eix d'abscisses els diferents tipus d'activitats que generen pèrdues a la planta, i a l'eix d'ordenades, el valor d'aquestes pèrdues per a cada tipus d'activitat. Així doncs, es fa patent que la pèrdua més important de la fàbrica és la d'activitats sense valor afegit (*Non Value Added Activities*). És per això que es va procedir a

identificar el valor d'aquesta pèrdua en cadascuna de les línies de producció, obtenint els següents resultats:

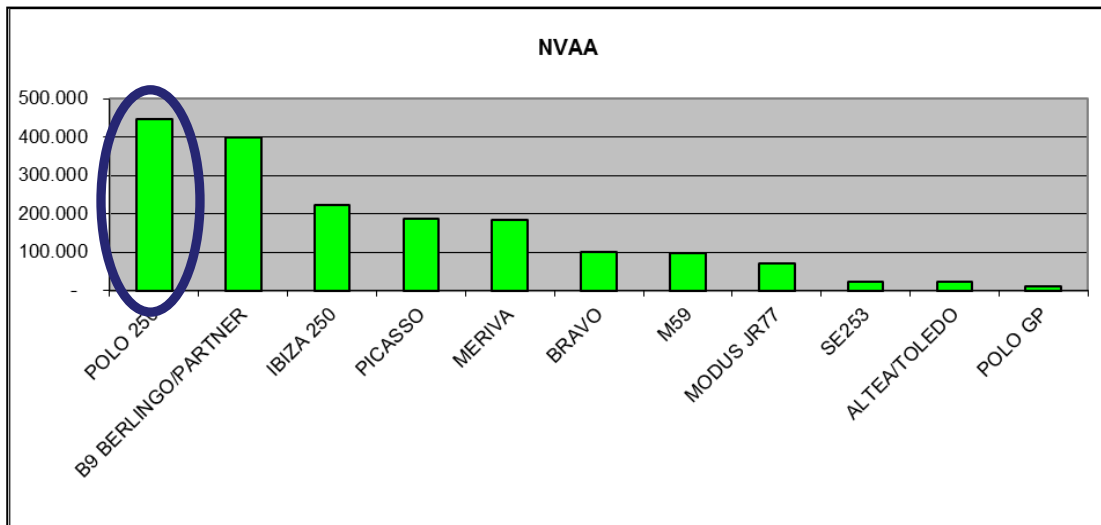


Fig. 6.2. Pèrdues per NVAA a cada línia de producció. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Amb l'anàlisi de la Figura 6.2, on s'hi troben a l'eix horitzontal les diferents línies de producció, i a l'eix vertical el valor de les pèrdues per activitats sense valor afegit, es va veure que la línia amb més pèrdues d'aquest tipus era la del Polo 250, amb la qual cosa es va convertir aquesta en l'àrea pilot tant de Logística com de l'àrea WO (*Workplace Organization*).

6.1.2. Classificació de materials

El següent pas després de l'elecció de l'àrea pilot, també anomenada model, és fer una classificació de materials de tota la planta, ja que d'aquesta depenen diverses coses, com el tipus de flux a utilitzar o l'estoc necessari a les línies. Així doncs, seguint la teoria desenvolupada pel grup Fiat i exposada al Capítol 4, es va procedir a aquesta classificació tenint en compte que a la classe A pertanyen tots aquells components voluminosos, costosos o amb moltes variants, a la classe C tots aquells més petits i de menor cost, i a la B tots els que es troben entre una i altra.

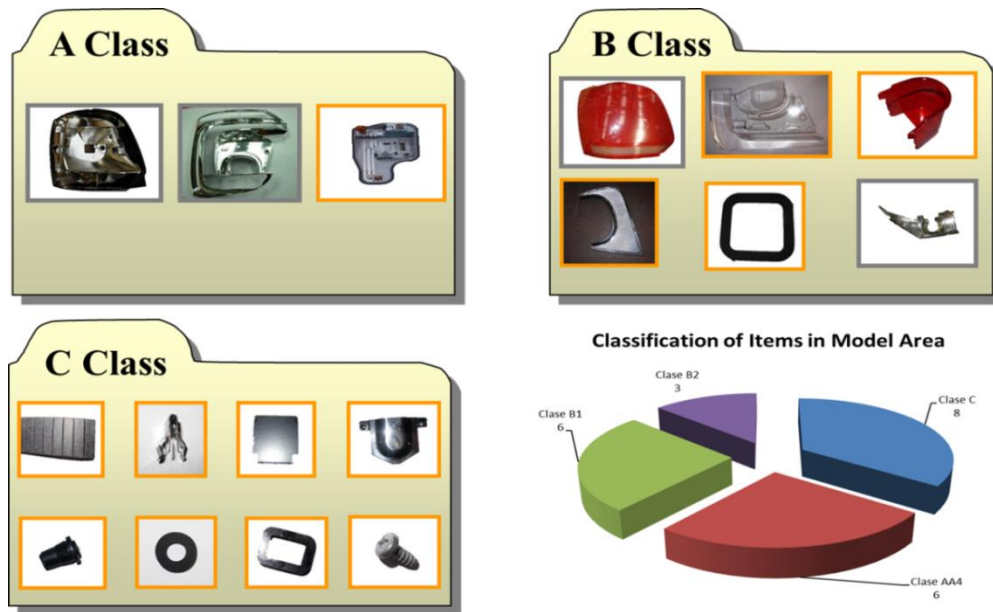


Fig. 6.3. Exemple de classificació de materials a l'àrea model. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

6.1.3. Step 0: Activitats preliminars

La situació logística inicial de la fàbrica era la següent (veure Figures 6.4 i 6.5):

- Massa material a les línies i a prop d'elles.
- Embalatges de cartró a les línies de producció.
- Pèrdues molt importants per NVAA (*Muri, Mura, Muda*) degut a que els materials arriben en embalatges grans i mal col·locats.
- Alimentació de la línia mitjançant toros.



Fig. 6.4. Excés de material a les línies i a prop d'elles, respectivament. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*



Fig. 6.5. Cartró a les línies, embalatges de producte acabat no ergonòmics i embalatges de components massa grans. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

L'organització de la línia de producció a l'àrea model era la de la Figura 6.6, on es pot veure que la cèl·lula ocupava 128 m², i tenia un estoc en línia de més de 6 dies, amb un valor superior als 90.000€. L'anàlisi d'aquest estoc es pot veure a la Taula 6.1, on es comprova que l'estoc més elevat era el de producte en curs, seguit del de materials de proveïdor i producte acabat, de la mateixa forma que passa amb el valor d'aquest estoc.



Fig. 6.6. Imatge de la situació inicial de l'àrea model. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

A banda d'això, la planta funcionava amb tres toros: un per al producte acabat, un altre pels components de fabricació interna, i l'últim per als components de proveïdor.

	Dies	Valor (€)
<i>Raw materials</i> (PROV)	1,72	26.649 €
<i>Work in Process</i> (FABR)	2,74	42.355 €
<i>Finished Goods</i> (PA)	1,63	25.200 €
TOTAL	6,09	94.204 €

Taula 6.1. Taula sobre l'estoc existent a l'àrea model. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Un altre dels indicadors més freqüents per determinar l'estat de la situació és l'anomenat *Takt Time*, que és la cadència a la qual un producte hauria de ser fabricat per a satisfer la demanda del client. Evidentment, la situació ideal seria que el *Takt Time* del client fos igual al de la planta, ja que si el de la planta és inferior es necessitaran hores extres i torns addicionals, i si és superior, es produiran temps d'espera i producció de més. A l'inici del projecte WCM la situació era d'un *Takt Time* de client de 96 segons (temps que necessiten per muntar un cotxe) i d'un *Takt Time* propi de 91 segons (temps necessari per muntar els pilots que necessita un cotxe).

Així doncs, a partir d'aquesta situació es va engegar el projecte *World Class Manufacturing*.

6.1.4. Step 1: Reorganització de la línia de producció

D'aquesta manera, tenint en compte la situació de partida de la que es parlava a l'*Step 0*, es van realitzar diverses accions per a millorar aquesta situació de partida i poder començar el procés de millora.

En primer lloc, es van eliminar els embalatges de grans dimensions per als components de fabricació interna i es va passar a embalar en caixes de plàstic de dimensions 600x400x320 mm. També es va procedir al re-embalatge de tots aquells components provinents de proveïdor en cartró, per a passar a embalar-los en caixes de mesures estandarditzades de la marca *Odetto* (molt coneguda al sector de l'automoció).

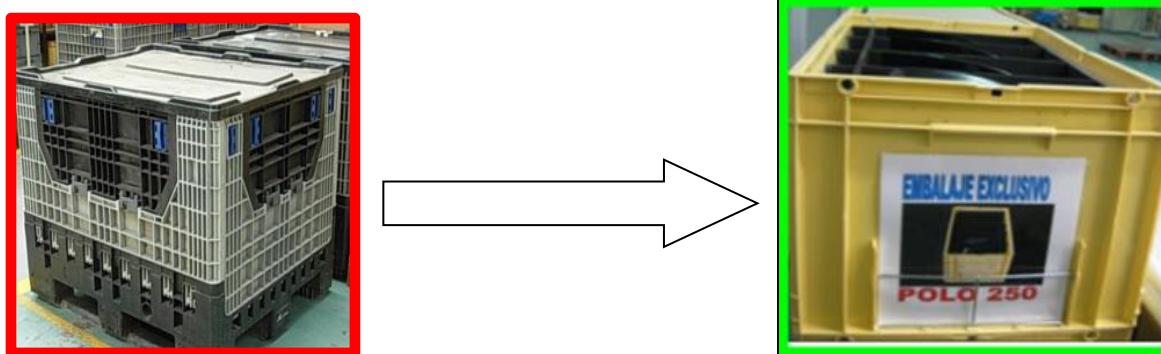


Fig. 6.7. Eliminació dels embalatges grans per a les peces de fabricació interna. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

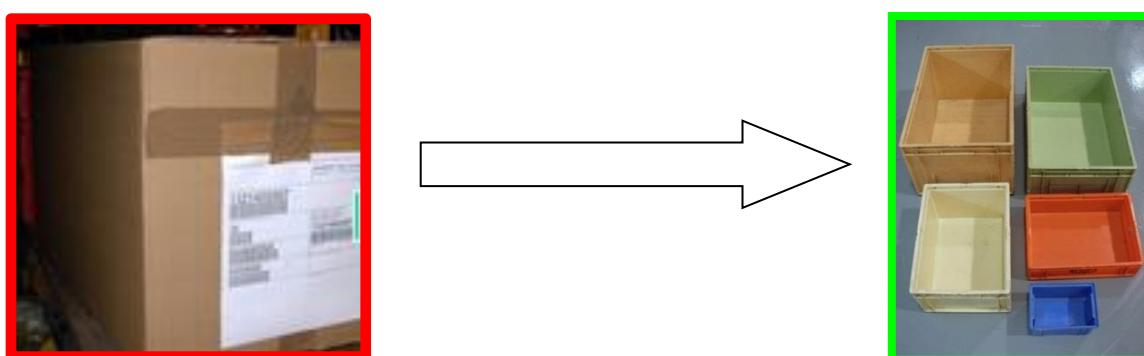


Fig. 6.8. Substitució del cartró per caixes estandarditzades. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

En segon lloc, la reorganització de la línia va permetre l'eliminació d'activitats sense valor afegit, doncs es va col·locar l'embalatge de producte acabat d'una forma més ergonòmica per al treballador i es van introduir carrileres per a l'alimentació de material a la línia, amb la qual cosa s'evitava l'excés de material en aquesta i el fet de que les operàries haguessin de sortir de la línia de producció per reposar més material quan s'acabava.

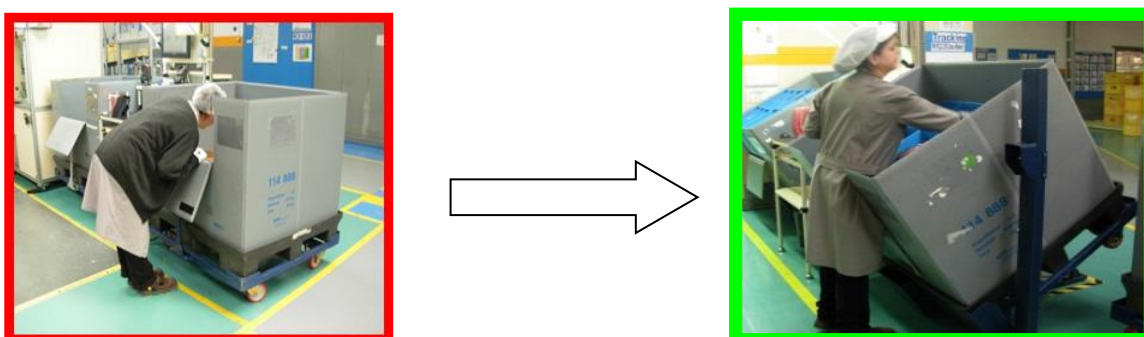


Fig. 6.9. Ergonomia en els embalatges de producte acabat . Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

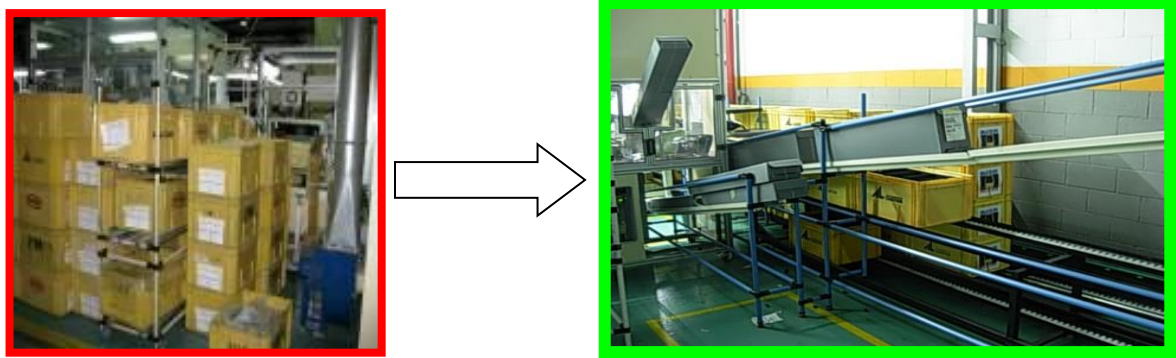


Fig. 6.10. Creació de carrileres per a l'alimentació de material a la línia de producció . Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

A banda d'aquestes activitats de reorganització de la línia, es va començar a aplicar també la teoria japonesa de les 5T's, que consisteix en tenir una ruta fixa (*tei-ji*), un lloc fix per als materials (*tei-ichi*), una identificació estandarditzada (*tei-hyoji*), una quantitat fixa (*tei-ryou*) i colors estandarditzats (*tei-shoku*). A continuació es pot veure l'aplicació d'aquesta teoria a la fàbrica mitjançant imatges de les diferents accions.

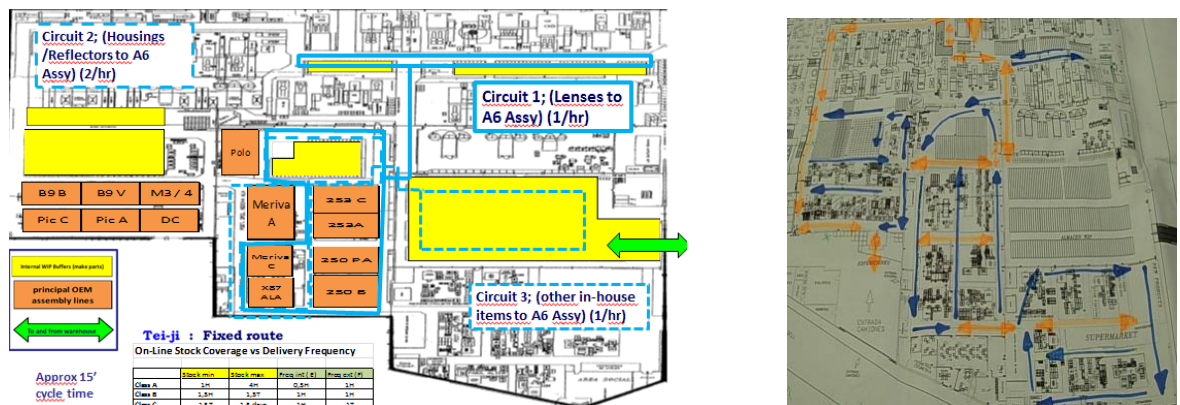


Fig. 6.11. Tei-ji, ruta fixa . Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

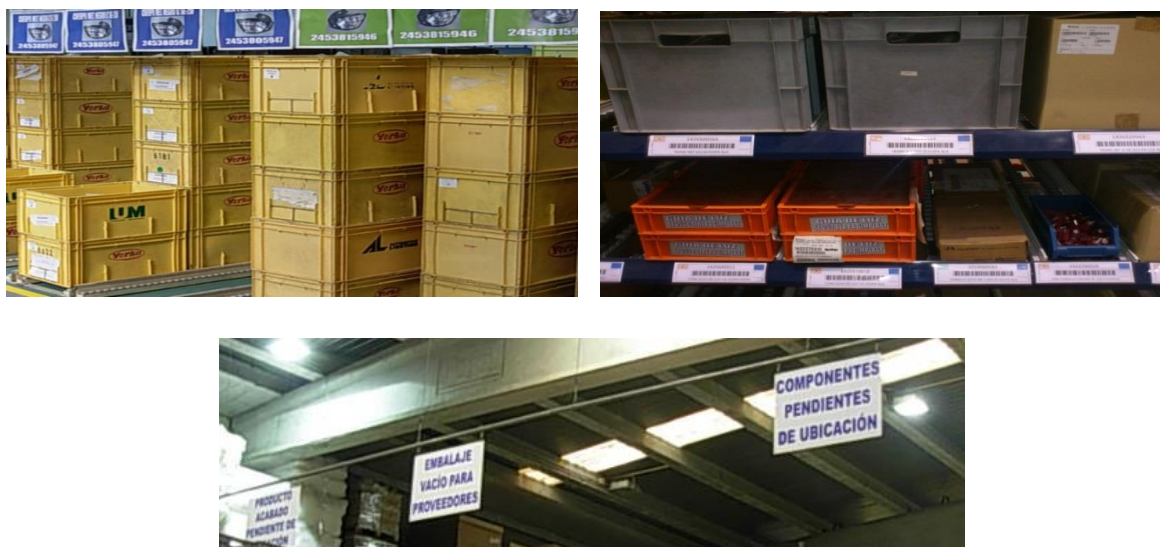




Fig. 6.12. Tei-ichi, lloc fix pels materials . Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Procedencia	1422371565				Clase
FAB	CONJ TRANS IZ C/FILM VW250				B
T22	 600x400x320	Pcs/caja	Output/hora	Cobertura/caja	Rampa
		35	41,9	50 minutos	5 máx
					



Procedencia	2052190523				Clase
PROV	INSERTO M8X12 BOLLHOFF VW250				C
PR06-SMK	 300x200x220	Pcs/caja	Output/hora	Cobertura/caja	Rampa
		300	87,4	3,5 horas	6 máx
					

Fig. 6.13. Tei-hyouji, identificació estandarditzada . Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*



Fig. 6.14. Tei-ryou, quantitat fixa . Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Procedencia FAB	1422371565				Clase B
CONJ TRANS IZ C/FILM VW250					
T22	 600x400x320	Pcs/caja	Output/hora	Cobertura/caja	Rampa
		35	41,9	50 minutos	5 máx

Grey = “make”

Orange = “buy”

Procedencia PROV	2052190523				Clase C
INSERTO M8X12 BOLLHOFF VW250					
PR06-SMK	 300x200x220	Pcs/caja	Output/hora	Cobertura/caja	Rampa
		300	87,4	3,5 horas	6 máx

PR06-PCK

Fig. 6.15. Tei-shoku, colors estandarditzats. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Aquest primer *step* va permetre reduir l'estoc de producte en curs i de producte acabat, gràcies sobretot a l'eliminació dels embalatges voluminosos de producte en curs, tot i que es va fer patent que el valor de l'estoc era encara molt gran (al voltant d'uns 92.700 € i de 6,00 dies). Les altres dues millores importants que es van produir en aquest pas van ser un estalvi de 184 m² entre les compactacions de la línia de producció de l'àrea model i la reducció de l'estoc de producte en curs i per tant, la necessitat de lloc per emmagatzemar-lo, i una disminució dels embalatges de cartró dins la fàbrica de 17 a 2 només a l'àrea pilot.

6.1.5. Step 2: Reorganització de la logística interna

Les accions dutes a terme en aquest punt van anar dirigides, principalment, a la substitució de l'alimentació de material mitjançant toros per una reposició cíclica mitjançant trens. Aquesta millora es va dividir en tres tipus d'accions, segons el tipus de component al qual anava dirigida: components de proveïdor (*buy parts*), i peces de fabricació interna de tipus A i de tipus B (*make parts*).

En primer lloc, l'eliminació del toro dedicat als components de proveïdor va fer que es creés un *buffer* d'aquests components dins una de les naus de producció (veure Figura 6.16) i les cèl·lules van passar a alimentar-se mitjançant un tren com el de la Figura 6.17. Això va permetre que l'alimentació de material fos molt més ràpida i pogués abastir a més cèl·lules, augmentant, a més, la seguretat dins la fàbrica.



Fig. 6.16. Creació d'un *supermarket* de components de proveïdor dins una de les naus de producció. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*



Fig. 6.17. Nova reposició de les línies mitjançant trens. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

En segon lloc, per als components de fabricació interna de classe B, abans s'utilitzaven toros que duïen el material en palets de les màquines d'injecció a les línies de muntatge, amb la qual cosa només podien moure dos palets per viatge com a màxim i tornaven buits. Aquesta manera de treballar es va substituir per un tren que movia contínuament caixes tant plenes de material en un sentit, com buides en l'altre sentit, i així s'aprofitava el viatge de tornada. Aquest tipus d'alimentació va fer que s'instal·lés un magatzem intermedi horitzontal al costat de les màquines d'injecció d'aquest tipus de materials.



Fig. 6.18. Magatzem horitzontal col·locat al costat de les màquines d'injecció. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

En tercer i últim lloc, per als components de fabricació interna de classe A (voluminosos i molt costosos) es va fer el canvi més significatiu, ja que es va passar de l'alimentació per toros a un flux completament directe en kits (*kitting*). Vegem a continuació com es va fer aquest canvi.

Inicialment, els components de l'àrea pilot de classe A (màscara i cos), donat el seu caràcter voluminosos, s'emmagatzemaven en contenidors de tipus màgnum que es transportaven de les màquines d'injecció a les línies de muntatge mitjançant toros. A banda del problema de que només es podien transportar dos contenidors per viatge, un contenidor contenia molt de material, que feia augmentar l'estoc, tant físic com en valor, alhora que la seva deficient ergonomia augmentava les activitats NVVA.



Fig. 6.19. Transport de la màscara i el cos en contenidors grans mitjançant toros. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

La millora duta a terme es va dividir en dues accions: la primera va ser la compactació de la línia de producció i el seu moviment al costat de la màquina de metal·litzat de la màscara, on es va instal·lar un sistema d'alimentació automàtica entre la màquina de metal·litzat de la màscara i la línia de muntatge, i la segona va ser el canvi d'embalatge del cos en caixes *Odette* estandarditzades i de mides més petites, el que va permetre la seva distribució cap a la línia de muntatge mitjançant trens, reduint així l'estoc i les activitats sense valor afegit.



Fig. 6.20. Alimentació automàtica entre metal·litzat i la línia de muntatge del Polo 250. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Els resultats més satisfactoris d'aquest conjunt de millores van ser una reducció enorme de l'estoc de producte en curs degut a la reducció de la mida dels embalatges dels productes de fabricació interna de classe A, que són els més cars, i la reducció de l'ús de toros en la distribució de material arreu de la fàbrica gràcies a la substitució d'aquests per trens en diversos fluxos.

6.1.6. Augment massiu dels volums de producció

Un cop realitzades aquesta sèrie de millores es va produir un augment en els volums de producció de diverses línies de muntatge amb la qual cosa el *supermarket* de components de proveïdor que s'havia creat dins la planta (Figura 6.16) es va quedar petit i es va haver de moure a la nau adjunta, on s'hi van crear unes prestatgeries dinàmiques com a *picking* (Figura 5.10) per als components de proveïdor, i un *supermarket* arran de terra per als materials més voluminosos o de més rotació, per agilitzar la feina del logístic encarregat del circuit de components de proveïdor, més comunament anomenat circuit de mínims.

Tot i que aquest flux no és òptim en termes de distància i temps, es va crear en funció de la cadència o *Takt time* de cadascuna de les diferents línies de muntatge, ja que el fet d'una parada de línia es considerava més crític que reduir el temps que trigava a fer un viatge el tren. A més, no és fins a l'*step* 6 quan es requereix un flux completament òptim.

La idea principal de la creació d'aquest circuit de mínims era la de dur a terme un transport mixt intern, ja que com s'ha comentat a l'*step* 2, en la reorganització de la logística interna de la planta es van substituir els toros per trens i es va passar a l'alimentació cíclica de les cèl·lules mitjançant uns trens amb diversos vagons preparats per dur materials ben diversos i poder alimentar totes les cèl·lules alhora.

Aquest circuit té el seu inici al magatzem de components de proveïdor, extern a la fàbrica, on hi ha un *supermarket* des del qual el torero omple els diferents vagons amb el material que necessiten les diferents cèl·lules. Aquest flux s'encarrega només, doncs, dels materials que provenen de proveïdors externs. El tren acostuma a portar quatre vagons, els dos primers que es componen únicament d'una base, per portar les caixes més grans (relativament, de mida 600x400x320mm), i els dos restants amb prestatgeries destinats a caixes més petites. Aquest tren abasteix de components de proveïdor totes les línies de muntatge de les tres naus de producció.



Fig. 6.21. Tren del circuit de mínims: *milk round* intern. Font: *Pròpia*

Un inconvenient, per això, d'aquesta nova forma de treballar, o si més no, una possible millora a realitzar va aparèixer en aquest punt: amb la substitució dels toros per reposar el material de les línies de muntatge, es va passar a una reposició visual d'aquestes, que depenia únicament de la inspecció visual del reposador de línia. Aquesta metodologia augmenta les possibilitats de parada de les diferents línies i a més, augmenta la càrrega mental de l'operari i la seva responsabilitat respecte la producció.

6.1.7. Aplicació de FIFO

Una altra de les accions que es va anar duent a terme progressivament en el temps va ser l'aplicació del sistema FIFO com a sistema de gestió d'estoc a tots els magatzems de la fàbrica. Aquest mètode d'emmagatzematge és el més comú a la majoria de fàbriques.

Després del moviment del *supermarket* de components de proveïdor de la fàbrica a la nau externa degut a l'augment dels volums i la necessitat de més espai, la fàbrica disposava de quatre magatzems: el de components provinents de proveïdor, el de producte en curs o de productes de fabricació interna, l'estoc existent a les pròpies línies de muntatge, i el de producte acabat.

A continuació es pot veure la forma com es va passar a garantir el compliment de FIFO en cadascun dels magatzems de la planta.

- Magatzem de components de proveïdor: es va determinar que quan arribessin els materials s'ubicarien per palets en una zona elevada (veure Figura 6.22) des de la qual s'alimentaria mitjançant un sistema de trucada *kanban*, el *supermarket* o *picking*, situat arran de terra. En aquest magatzem, FIFO es compleix, doncs, en tots els processos, de les següents maneres:
 - Ubicacions: Tal i com arriben els diferents materials provinents de proveïdor en palets, s'ubiquen en aquestes zones elevades i amb cadascuna d'aquestes ubicacions, es realitza una etiqueta, anomenada *fiche* (Figura 6.23), que anirà amb el palet corresponent. Aquesta etiqueta garanteix el compliment de FIFO ja que queda registrat al sistema SAP el moment en què arriba al magatzem aquesta etiqueta, i per tant, aquest material.



Fig. 6.22. Compliment de FIFO en les ubicacions de materials provinents de proveïdor.

Font: Pròpia

Ficha	
 1320560574	
MATERIAL: CONJ PORTLAMP OPEL CORSA 3d&5D COFRE DESCRIPCIO: D&L Automotive Lighting Espana Fabrica: 	
Shape: G	Size: AA111
Quantitat: 650 UN	TIPOLOGIA: SP STOCK
data d'entrada: pedido 5001507021	MOV: 101 Entrada mercancías
data de sortida: 22.05.2014	Antiquitat: 1
Venditori: 107664	Del Nòm: 1539
Caràcters de característic:	MCE DT NIGEO VINCENTO & C. SAS
Empaquet:	Fila: 005001154857

Fig. 6.23. *Fiche* que garanteix el compliment de FIFO. Font: *Pròpia*

- *Supermarket*: Quan la ubicació del terra es queda sense material, apareix una necessitat de material al sistema, i automàticament, aquest designa la ubicació del palet que s'ha de baixar al *supermarket*, ja que coneix les dates d'arribada de tots ells gràcies a les *fiche*.



Fig. 6.24. Compliment de FIFO al supermercat de materials provinents de proveïdor. Font: *Pròpia*

- *Picking*: el *picking* és una zona de prestatgeries dinàmiques que s'abasteix mitjançant una trucada *kanban* de la mateixa forma que el *supermarket*, però en caixes. Aquestes prestatgeries tenen un pendent que permet que s'alimenti de material per la zona "alta" i el material, sense cap ajuda externa, es desplaci cap a la zona més baixa, des d'on l'aprovisionador de les línies de muntatge anirà agafant el material. A més, l'etiquetatge davanter i posterior és diferent per a que no hi hagi possibilitat de confusió. Des de l'etiqueta davantera es pot demanar més material quan la prestatgeria estigui falta de material mitjançant una trucada per codi de barres, i en canvi, la posterior només serveix per identificar cada prestatgeria amb el material corresponent.



Fig. 6.25. Sortida de material del *picking* cap a les línies de muntatge. Font: *Pròpia*



Fig. 6.26. Entrada de material des de les ubicacions al *picking* a partir d'una trucada. Font: Pròpia

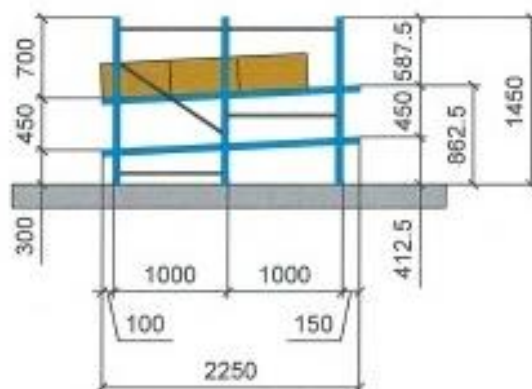


Fig. 6.27. Croquis de l'estructura de les prestatgeries on es pot apreciar el pendent que implica el compliment de FIFO. Font: Catàleg MECALUX



Fig. 6.28. Etiqueta davantera des d'on es fa la trucada quan el *picking* ha de ser alimentat.

Font: *Pròpia*



Fig. 6.29. Etiqueta posterior que identifica el material de la prestatgeria. Font: *Pròpia*

- Magatzem de producte en curs (WIP): en aquesta zona s'emmagatzemaven tots aquells materials de fabricació interna, com a producte en curs, per a ser utilitzats després a les línies de muntatge. El magatzem disposava d'una sèrie de carrileres sense pendent en les quals s'ubicava el material, però la carrilera tenia dues vies d'entrada/sortida que no estaven identificades com a una cosa o l'altra. És per això que, en aquest magatzem, no es podia assegurar encara el compliment de FIFO i s'havia ideat un projecte per a solucionar-ho però havia quedat sense realitzar.



Fig. 6.30. Compliment de FIFO al magatzem de productes en curs WIP. Font: *Pròpia*

- Estoc a les línies de muntatge: les carrileres de muntatge tenien també un pendent determinat que permetia que s'alimentés de material per una banda i el material llisqués fins a l'interior de la línia de muntatge. Així doncs, es feia patent que en aquesta zona d'estoc també quedava complert FIFO.



Fig. 6.31. Compliment de FIFO al petit magatzem de les línies de muntatge. Font: *Pròpia*

- Magatzem de producte acabat: aquest magatzem recollia els contenidors plens de material provinent de les línies de muntatge, que es col·locaven en diferents ubicacions segons el producte del qual es tractés. Aquestes ubicacions tenien forma de files de contenidors (veure Figura 6.32) i mentre que el responsable del material provinent de fàbrica l'anava ubicant al final de la filera, el responsable de la càrrega dels camions l'agafava de l'extrem més proper al moll de càrrega (principi de la fila). Així doncs, en aquest magatzem també es demostrava que es complia FIFO.

PROVINENT
DE FÀBRICA



CAP AL
CLIENT

Fig. 6.32. Compliment de FIFO al magatzem de producte acabat. Font: *Pròpia*

En resum, es van dur a terme diverses reorganitzacions que garantissin el compliment de FIFO als magatzems de la planta però va quedar pendent de garantir aquest mètode de gestió d'estoc al magatzem de producte en curs.

6.1.8. Projecte comú d'estandardització de les mides dels embalatges de producte acabat

A l'*step* 1 ja s'ha vist com es va procedir a la substitució dels embalatges interns de cartró per caixes de plàstic reutilitzables i de mesures estandarditzades, però en aquest punt també es va engegar una espècie de projecte comú amb els clients per a l'estandardització dels embalatges de producte acabat. L'empresa en qüestió no té un pes específic tan gran com per exigir aquesta estandardització, doncs els embalatges venen determinats pels clients, però en aquest punt es va començar a estandarditzar en gran mesures les mides d'aquests embalatges, per a poder ser transportats per trens estàndard, tot i que encara avui hi ha alguns clients que segueixen amb les seves pròpies mides, com per exemple Opel.

7. Requeriments logístics per a la puntuació de dos punts

Un cop s'han vist les accions que es van dur a terme des de l'inici del procés WCM fins a la situació de partida d'aquest projecte, és important saber quins són els requeriments o les condicions específiques que la fàbrica ha de garantir per optar a aquesta puntuació de dos punts.

Així doncs, les condicions a complir són les següents:

- Creació d'un flux *Step 1 – Step 3* a la majoria de processos.
- Creació d'un flux *Step 4 – Step 5* a l'àrea model.
- Existeixen diverses activitats en camí per a la creació d'un flux a través de tota la fàbrica.
- No s'han aplicat únicament transports mixtes interns sinó també transports mixtes o compartits per a materials comprats a proveïdors externs, amb l'objectiu de reduir el *lead time* i maximitzar la rotació de l'estoc.
- S'aplica FIFO.
- L'estandardització de les dimensions dels embalatges està ben establerta.
- Els productes ja no es subministren a través de la inspecció del reposador de línia, sinó cíclicament mitjançant un bon sistema de trucada.

Partint de l'objectiu principal del projecte, aquests són, doncs, els objectius específics que es tindran al llarg del treball i totes les accions que es duguin a terme hauran de tenir com a fita el compliment d'un o més d'aquests objectius.

Així doncs, un cop realitzades totes les accions de millora, es repassaran aquests objectius per comprovar que es compleixin i en aquest punt, la planta estarà preparada per a l'auditoria *World Class Manufacturing*.

Per analitzar la situació de partida un cop vistes les accions dutes a terme fins el moment, a continuació s'analitzarà mitjançant una taula-resum la situació de cadascun d'aquests punts abans de realitzar cap acció de millora per a poder veure on estem i fins on s'ha d'anar.

REQUERIMENTS	SITUACIÓ DE PARTIDA	DESPRÉS DEL PROJECTE
Creació d'un flux Step 1 – Step 3 a la majoria de processos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Step 1 ✓ Step 2 ✗ Step 3 <p>No hi ha cap transport mixt organitzat amb proveïdors.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Step 1 ✓ Step 2 ✓ Step 3
Creació d'un flux Step 4 – Step 5 a l'àrea model	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Step 4 <p>No s'ha realitzat cap anivellament de la producció.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✗ Step 5 <p>S'ha de refinar la logística interna i externa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Step 4 ✓ Step 5
Existeixen diverses activitats en camí per a la creació d'un flux a través de tota la fàbrica	Existeixen fluxos continus a través de tota la fàbrica per a les diferents procedències dels materials (proveïdor i fabricació interna).	✓ Condició complerta
No s'han aplicat únicament transports mixtes interns, sinó també transports mixtes o compartits per a materials comprats a proveïdors externs, amb l'objectiu de reduir el <i>lead time</i> i maximitzar la rotació de l'estoc	<p>No s'ha aplicat cap transport mixt amb proveïdors externs.</p> <p>Sí que es disposa d'un <i>milk round</i> intern, exemplificat en el tren de càrrega mixta del circuit de mínims.</p>	Existència d'un <i>milk round</i> extern amb proveïdors.
S'aplica FIFO	<p>S'aplica FIFO en tres dels quatre magatzems:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Components de proveïdor ✓ Producte acabat ✓ Línies de muntatge 	<p>Es compleix FIFO a tots els magatzems:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Components de proveïdor ✓ Producte acabat ✓ Línies de muntatge

	✕ Producte en curs No s'aplica FIFO al magatzem WIP.	✓ Producte en curs
L'estandardització de les dimensions dels embalatges està ben establerta	✓ Embalatges interns ✕ Embalatges de producte acabat	No es té poder per estandarditzar tots els embalatges dels clients, però existeix un corrent que tendeix a aquesta estandardització. ✓ Condició complerta
Els productes ja no es subministren a través de la inspecció del reposador de línia, sinó cíclicament mitjançant un bon sistema de trucada	Mètode de reposició: inspecció visual	Mètode de reposició: cíclic

Taula 7.1. Taula-resum de l'estat actual de la planta i els projectes a realitzar. Font: *Pròpia*

7.1. Resum dels projectes a realitzar

Vista la situació de partida i les condicions que s'han d'arribar a complir es defineixen una sèrie de projectes que s'hauran de realitzar per afrontar amb garanties d'èxit l'auditoria *World Class Manufacturing*.

- **Projecte 1:** Aplicació de l'*step* 3 a la fàbrica (reorganització de la logística externa) mitjançant l'anàlisi de l'aplicació d'un *milk round* extern amb proveïdors, amb la qual cosa es compliria també la organització de transports mixtes externs
- **Projecte 2:** Aplicació de l'*step* 4 a la planta (anivellament de la producció)
- **Projecte 3:** Aplicació de l'*step* 5 a la planta (refinament de la logística interna i externa)
- **Projecte 4:** Garantia de compliment de FIFO al magatzem WIP
- **Projecte 5:** Aplicació d'un mètode de reposició cíclic mitjançant un bon sistema de trucada

8. Projectes de millora

Una vegada identificats els projectes a realitzar, en aquest capítol es desglossaran totes les accions dutes a terme en els diferents temes a tractar.

8.1. Projecte 1: Aplicació de l'*step* 3 amb l'anàlisi de l'aplicació un *milk round* amb proveïdors externs

Tal i com s'ha vist al capítol 4 d'aquest projecte, *World Class Manufacturing* proposa una reorganització de la logística externa com a tercer pas del procés de millora total. Amb l'objectiu de la reducció d'un dels tres costos més importants de l'àrea logística, el dels transports, l'acció més comuna és la de l'aplicació del *milk round*. Aquest ha estat un dels projectes en els quals s'ha treballat per a intentar aconseguir els dos punts en logística.

A la fàbrica analitzada l'única acció de millora de la logística externa implementada era la de l'estandardització dels embalatges i la substitució dels embalatges de cartró per caixes *Odette* estandarditzades. Aquesta implementació s'estava duent a terme de forma progressiva i el número de proveïdors dins d'aquest sistema augmentava paulatinament, amb la qual cosa s'havia de continuar en aquest camí.

Tot i així, no s'havia aplicat cap mena de *milk round* per combinar càrregues i transports de diferents proveïdors, així que, per aconseguir l'objectiu del projecte s'hauran de començar a organitzar transports mixtes amb els proveïdors.

Un *milk round* consisteix en organitzar un transport mixt entre dos o més proveïdors diferents amb l'objectiu de que els enviaments de cada proveïdor siguin més petits per a reduir l'estoc augmentant alhora la saturació del transport i la freqüència d'entrega.

El problema del qual va sorgir la necessitat de creació d'aquest *milk round* és el següent: l'empresa té diversos proveïdors a Turquia, dos dels quals proporcionen els conjunts portalàmpades de diferents pilots, i la freqüència d'entrega de material era baixa, sobretot en un dels dos. Això provocava que quan es rebés material se'n rebés molta quantitat i per tant, això produïa un cost d'estoc important, a banda que una freqüència tan baixa reduïa el marge d'actuació en cas de falta de material puntual i augmentava el cost de material obsolet en el cas de l'aparició de noves versions.

A aquesta conjuntura se li va afegir l'adjudicació a l'empresa de la fabricació de nous pilots amb volums molt grans i portalàmpades provinents d'aquests proveïdors. Fins ara s'havia pogut anar treballant d'aquesta manera, però aquesta nova situació demanava una nova

manera de treballar. És d'aquí d'on sorgeix la necessitat d'estudiar la possibilitat de crear un *milk round*.

Per una altra banda, i donat que es tracta de comerç internacional, una de les primeres decisions que es presenta en l'estudi és l'INCOTERM que més interessa utilitzar. Segons la Cambra de Comerç Internacional en la introducció de l'edició 2000 de l'INCOTERMS, "*la finalitat dels INCOTERMS és la d'establir un conjunt de regles internacionals per a la interpretació dels termes més utilitzats en el comerç internacional. D'aquesta manera, es podran evitar les incerteses derivades de les diferents interpretacions d'aquests termes en països diferents o, com a mínim, podran reduir-se en gran mesura*".

Així doncs, els *incoterms* determinen els drets i obligacions del comprador i del venedor en diversos supòsits, i en especial en tot allò referent a:

- Transmissió del risc de la mercaderia
- Repartiment dels costos en la compravenda
- Embalatge de la mercaderia
- Tràmits i documents requerits

En l'edició de l'any 2000 apareixen 13 *incoterms* dividits en quatre categories:

- "E": El venedor posa les mercaderies a disposició del comprador en els propis locals del venedor (EXW). Aquest terme comporta el mínim d'obligacions per al venedor
- "F": El venedor entrega les mercaderies a un mitjà de transport, en principi escollit pel comprador (FCA, FAS i FOB)
- "C": El venedor ha de contractar el transport però sense assumir el risc de pèrdua o dany de la mercaderia, o de costos addicionals deguts a fets ocorreguts després de la càrrega (CFR, CIF, CPT i CIP)
- "D": El venedor ha de suportar tots les despeses i riscos necessaris per a portar la mercaderia al país de destinació (DAF, DES, DEQ, DDU i DDP). Aquest terme comporta el màxim d'obligacions per al venedor

També existeix una restricció quan es tracta de transport marítim, i és que certs *incoterms* només poden utilitzar-se en aquest mitjà de transport (FAS, FOB, CFR, CIF, DES i DEQ). La resta es poden referir a qualsevol mitjà de transport, inclòs el marítim. És important tenir en compte aquesta indicació ja que el *milk round* que es proposa conté una part del transport via marítima, i l'ús inadequat de l'INCOTERM pactat pot provocar que en el cas de produir-se qualsevol incidència durant el transport, sigui impossible definir la majoria d'obligacions i en especial, la transmissió del risc.

Així doncs, la decisió de quin *incoterm* utilitzar és clau, i no hi ha un millor que un altre, sinó que depèn de l'estratègia que l'empresa vulgui adoptar. En aquesta decisió s'hauria de triar

la opció que més faciliti la seva operativa internacional, i no necessàriament ha de ser la que els hi eviti o redueixi les seves gestions o obligacions.

En termes generals, una empresa compradora que compti amb la deguda experiència i capacitat de negociació utilitzarà *incoterms* per a entregues a l'origen, amb l'objectiu d'aconseguir els millors preus i condicions de la seva asseguradora i companyies transportistes. Així bé, si l'empresa no té gaire experiència, probablement haurà de conformar-se amb entregues situades als seus propis magatzems.

D'altra banda, en el cas d'una empresa exportadora, probablement preferirà cotitzar els seus productes situant-los al magatzem dels seus compradors, o el més a prop possible d'aquests, el que comportarà negociacions amb les companyies de transport i asseguradores.

Amb això es pretén exemplificar que l'elecció de l'*incoterm* és propi de cada unitat de negoci en funció de la seva experiència i possibilitats i haurà de negociar els seus contractes internacionals sota l'*incoterm* que respongui millor a les seves possibilitats.

8.1.1. Anàlisi de la situació actual

L'estat actual de la logística amb aquests dos proveïdors és la que es resumeix a la taula següent on hi trobem les descripcions de cadascun dels materials, el proveïdor al qual pertanyen, la freqüència actual d'entrega de cadascun d'ells, així com l'*incoterm* que s'utilitza i el preu per peça incloent la part del transport que efectua el proveïdor al seu càrrec.

description	supplier name	pick up	delivery freq	actual incoterm	piece price
CONJ PORTLAMP PARACHOQUES FIAT 198	ALKOR	Istanbul	weekly	DDP	0,28 €
CONJ PORTLAMP IZ MERC.NCV2 MOPF	ALKOR	Istanbul	weekly	DDP	1,36 €
CONJ PORTLAMP DR MERC.NCV2 MOPF	ALKOR	Istanbul	weekly	DDP	1,36 €
CONJ PORTLAMP IZ RENAULT X 87 ALA	ALKOR	Istanbul	weekly	DDP	1,24 €
CONJ PORTLAMP DR RENAULT X 87 ALA	ALKOR	Istanbul	weekly	DDP	1,24 €
CONJ PORTLAMP IZ VW POLO GP UK NUEVO	PLAST MET	Bursa	monthly	FOB	1,11 €
CONJ PORTLAMP DR VW POLO GP UK NUEVO	PLAST MET	Bursa	monthly	FOB	1,28 €
CONJ PORTLAMP IZ VW POLO GP UE NUEVO	PLAST MET	Bursa	monthly	FOB	1,28 €
CONJ PORTLAMP DR VW POLO GP UE NUEVO	PLAST MET	Bursa	monthly	FOB	1,11 €
CONJ PORTLAMP S/LAMP IZ MERIVA ALA LEDS	PLAST MET	Bursa	monthly	FOB	1,04 €
CONJ PORTLAMP S/LAMP DR MERIVA ALA LEDS	PLAST MET	Bursa	monthly	FOB	1,04 €
SEPARADOR TERMICO SEAT SE- 250 5 PUERTAS BOMB Y PA	PLAST MET	Bursa	monthly	FOB	0,05 €

Taula 8.1. Anàlisi de la situació actual amb aquests proveïdors turcs. Font: Pròpia

Tal i com es pot veure a la taula, amb el proveïdor ALKOR es té una freqüència d'entrega setmanal, que ja és correcte per al nostre objectiu de reduir l'estoc al magatzem i que el proveïdor entregui en lots petits, i actualment es treballa amb un *incoterm* DDP, que significa que el proveïdor entrega la mercaderia al nostre magatzem, el que suposa que tot el risc és per ell, per la qual cosa cada peça té un sobre cost per nosaltres. D'altra banda, el proveïdor PLAS MET, situat a un poble a prop d'Istanbul, entrega actualment amb una freqüència mensual i amb un *incoterm* FOB, que significa que el proveïdor deixa el material al port turc, i nosaltres ens encarreguem del transport fins a la nostra planta. Aquest últim és el proveïdor crític i amb més marge de millora en termes de logística externa, ja que interessaria augmentar la freqüència d'entrega i a més, el volum de compres a aquest proveïdor augmentarà amb l'arribada dels nous productes que han estat adjudicats a la nostra planta.

Una anàlisi econòmica i d'estoc d'aquesta situació actual ens porta als següents resultats. A la Taula 8.2 es poden veure dades del consum mitjà setmanal, l'equivalent per mida de lot en peces, el preu per peça amb el seu sobre cost de transport, i el corresponent valor monetari de l'estoc, així com el cost real del transport. Es veu que amb l'*incoterm* utilitzat actualment cada transport setmanal d'aquest proveïdor costa 1.596,40 € a l'empresa, per entregar només una mercaderia d'onze palets setmanals amb un valor monetari d'uns 14.000 €.

description	weekly cons	pallet / wk	pieces	piece price	transport cost	stock value	transport total cost
CONJ PORTLAMP PARACHOQUES FIAT 198	860	1	4.000	0,27 €	0,01 €	1.072,80 €	40,00 €
CONJ PORTLAMP IZ MERC.NCV2 MOPF	326	1	840	1,16 €	0,20 €	978,43 €	163,80 €
CONJ PORTLAMP DR MERC.NCV2 MOPF	326	1	840	1,16 €	0,20 €	978,43 €	163,80 €
CONJ PORTLAMP IZ RENAULT X 87 ALA	4.419	4	5.120	1,12 €	0,12 €	5.748,73 €	614,40 €
CONJ PORTLAMP DR RENAULT X 87 ALA	4.419	4	5.120	1,12 €	0,12 €	5.748,73 €	614,40 €
TOTAL		11				14.527,13 €	1.596,40 €

Taula 8.2. Anàlisi econòmica de la situació de partida per al proveïdor ALKOR. Font: *Pròpia*

A la següent taula s'hi troba la mateixa informació per al cas de l'altre proveïdor, PLAS MET, que evidencia que cada transport d'aquest tipus costa 2.813,62 €, al que s'ha d'afegir el cost de portar-ho per via marítima fins Barcelona, i d'aquí a Llinars del Vallès, on està situada la planta. A més, tot i que s'aprofita tot el camió (uns 47 palets), una freqüència mensual és una freqüència massa baixa, ja que és molt poc flexible a variacions en la demanda, i a més, es necessita disposar d'un gran espai al magatzem de components de proveïdor per quan arribin càrregues d'aquest tipus.

description	monthly cons	pallet / month	pieces	piece price	transport cost	stock value	transport total cost
CONJ PORTLAMP IZ VW POLO GP UK NUEVO	1198	2	1.200	1,05 €	0,09 €	1.255,62 €	113,19 €
CONJ PORTLAMP DR VW POLO GP UK NUEVO	1198	2	1200	1,21 €	0,09 €	1.456,50 €	113,19 €
CONJ PORTLAMP IZ VW POLO GP UE NUEVO	11352	19	11400	1,21 €	0,09 €	13.836,79 €	1.075,26 €
CONJ PORTLAMP DR VW POLO GP UE NUEVO	11.352	19	11400	1,05 €	0,09 €	11.928,43 €	1.075,26 €
CONJ PORTLAMP S/LAMP IZ MERIVA ALA LEDS	2.190	2	2400	1,01 €	0,04 €	2.416,82 €	104,40 €
CONJ PORTLAMP S/LAMP DR MERIVA ALA LEDS	2.190	2	2400	1,01 €	0,04 €	2.416,82 €	104,40 €
SEPARADOR TERMICO SEAT SE- 250 5 PUERTAS BOMB Y PA	23.810	1	50400	0,05 €	0,00 €	2.391,33 €	227,92 €
TOTAL		47				35.702,33 €	2.813,62 €

Taula 8.3. Anàlisi econòmica de la situació de partida per PLAS MET. Font: *Pròpia*

A continuació, a la Figura 8.1 es pot veure un gràfic que correspon amb una simulació de les variacions de l'estoc en 50 dies consecutius, per tenir una idea general del que succeeix amb cadascun dels proveïdors. L'eix horitzontal és un eix temporal, i el vertical, correspon al valor monetari de l'estoc existent.

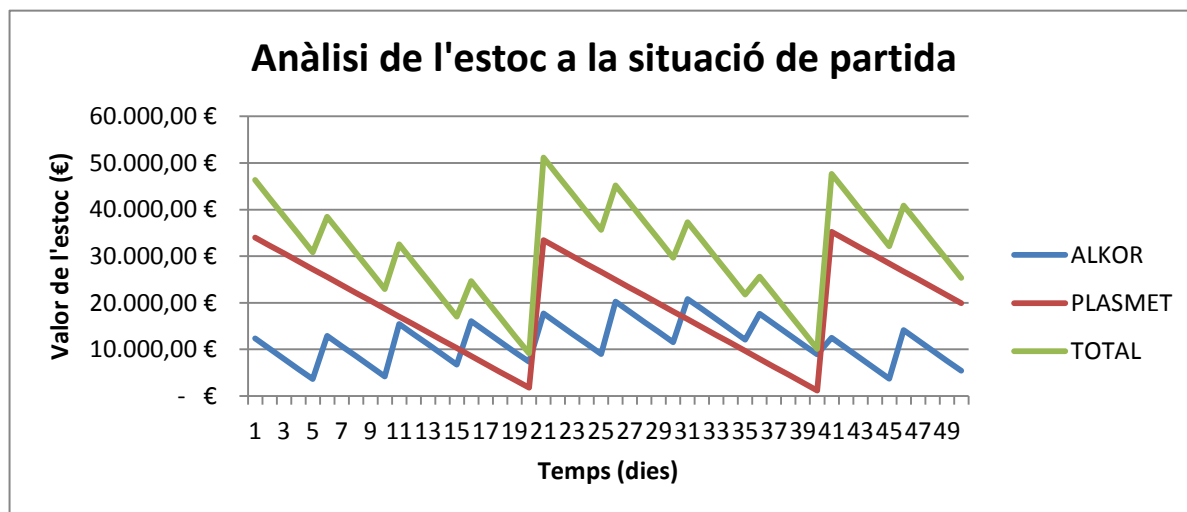


Fig. 8.1. Anàlisi de l'estoc de la situació de partida. Font: *Pròpia*

Com es pot veure al gràfic, ALKOR té una freqüència d'entrega setmanal i per tant, l'estoc es renova constantment i permet fluctuacions de la demanda, però es fa patent que PLAS MET, en vermell, té una freqüència d'entrega molt baixa pel valor d'estoc que aporta al sistema i això provoca que s'hagi de tenir un espai molt gran al magatzem per quan arriben càrregues d'aquest tipus, mentre que aquest espai s'anirà buidant però no es pot utilitzar per

emmagatzemar altres coses perquè tornarà a haver-hi una altra entrega que necessitarà d'aquell espai. És per això que els costos d'emmagatzematge d'aquest estoc són molt elevats degut a la limitació d'espai al magatzem, que és un factor crític. Aquesta és una de les principals raons per les quals s'estudiarà la possibilitat d'augmentar la freqüència d'entrega d'aquest proveïdor.

En aquesta situació, el resum de l'estat de l'estoc per als dos proveïdors i en total, seria el següent:

	Valor mig de l'estoc (€)
ALKOR	11.547,87 €
PLASMET	20.424,30 €
TOTAL	31.774, 54 €

Taula 8.4. Resum de l'estat de l'estoc. Font: *Pròpia*

L'adjudicació de nous productes a la nostra planta ha fet augmentar les previsions de volums de compres a un d'aquests proveïdors: PLAS MET. Tot i que a la situació de partida descrita ja hi ha el nou producte (el portalàmpades del nou Polo), aquest es troba en una fase de proves i per tant, els seus volums són baixos respecte a la cadència que haurà de tenir quan estigui a màxim volum en uns mesos. Així doncs, tenint en compte els volums que venen, s'ha fet un estudi de la freqüència mínima que es necessitaria d'aquest proveïdor.

description	monthly AV cons	pallet / month	pieces / trip	piece price	transport cost	stock value	transport total cost
CONJ PORTLAMP IZ VW POLO GP UK NUEVO	4762	8	1.800	1,05 €	0,09 €	1.883,44 €	169,78 €
CONJ PORTLAMP DR VW POLO GP UK NUEVO	4762	8	1.800	1,21 €	0,09 €	2.184,76 €	169,78 €
CONJ PORTLAMP IZ VW POLO GP UE NUEVO	31429	53	10.800	1,21 €	0,09 €	13.108,54 €	1.018,67 €
CONJ PORTLAMP DR VW POLO GP UE NUEVO	31.429	53	10.800	1,05 €	0,09 €	11.300,62 €	1.018,67 €
CONJ PORTLAMP S/LAMP IZ MERIVA ALA LEDS	2.190	2	1.200	1,01 €	0,04 €	1.208,41 €	52,20 €
CONJ PORTLAMP S/LAMP DR MERIVA ALA LEDS	2.190	2	1.200	1,01 €	0,04 €	1.208,41 €	52,20 €
SEPARADOR TERMICO SEAT SE- 250 5 PUERTAS BOMB Y PA	23.810	1	50.400	0,05 €	0,00 €	2.391,33 €	227,92 €
TOTAL	110920	127				33.285,51 €	2.709,22 €

Taula 8.5. Anàlisi de la situació amb l'augment de volums a PLAS MET. Font: *Pròpia*

Aquesta taula té informació sobre el consum mig mensual en peces i la seva equivalència en palets segons la mida d'aquests, i amb això s'han calculat les peces que s'haurien de dur mensualment en el viatge programat. També conté informació del preu de cada peça, desglossat en el preu del component en sí i del transport assumit pel proveïdor, el valor de l'estoc i el cost total del transport.

Amb aquest anàlisi, i tenint en compte que en un camió o contenidor caben uns 46 palets, aproximadament, serien necessaris tres viatges al mes d'aquest proveïdor per a satisfer els nous volums de producció.

En aquest punt es plantegen dues possibles solucions:

- Seguir amb la distribució de transports actual, sense transports mixtes i amb una freqüència setmanal i un *incoterm* DDP per ALKOR, així com una freqüència de tres cops al mes i un *incoterm* FOB per a PLAS MET.
- Organitzar un *milk round* amb aquests dos proveïdors turcs i organitzar un transport mixt que permeti tenir una freqüència setmanal per als dos proveïdors i estalviar costos rebaixant tots dos *incoterms* a EXW organitzant nosaltres la totalitat del transport.

Així doncs, a continuació es durà a terme l'anàlisi de les dues opcions amb la conseqüent tria de la millor solució en termes no només econòmics del transport, sinó també en termes operatius de valor d'estoc, freqüències d'entrega i espai al magatzem.

8.1.2. Opció 1: seguir amb la distribució actual de transports

Aquesta opció faria que el proveïdor ALKOR seguís entregant DDP amb una freqüència setmanal i que PLAS MET seguís amb l'*incoterm* FOB però augmentés la seva freqüència a tres viatges mensuals, per arribar al volum necessari després de l'augment del Polo nou.

La Figura 8.2 mostra, igual que en s'ha fet en el cas de la situació de partida, una simulació de l'estoc a 50 dies on es pot comprovar que aquest augment en la freqüència d'entrega permet mantenir constant el valor pic de l'estoc tot i augmentar el consum total d'aquest proveïdor en un 108%.

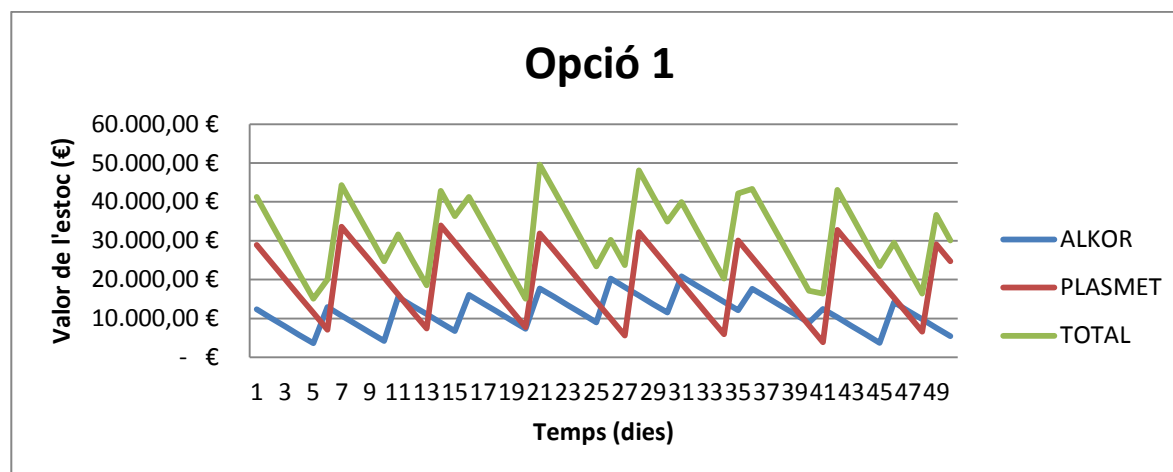


Fig. 8.2. Anàlisi de l'estoc de la situació de l'opció continuïsta. Font: *Pròpia*

El resum d'aquesta opció, en termes d'estat de l'estoc per tots dos proveïdors i en general, seria el següent:

	Valor mig de l'estoc (€)
ALKOR	11.547,87 €
PLASMET	19.612,25 €
TOTAL	30.965,82 €

Taula 8.6. Resum de l'estat de l'estoc. Font: *Pròpia*

Havent analitzat què passaria en aquesta situació amb l'estoc, analitzem ara quin serà l'impacte econòmic dels transports d'aquests materials per l'empresa, doncs aquests seran els dos paràmetres a tenir en compte en l'elecció de la millor opció.

	Nº viatges / mes	Cost / viatge	Cost total
ALKOR	4	1.596,40 €	6.385,60 €
PLASMET	3	2.813,62 €	8.440,86 €
TOTAL	7		14.826,46 €

Taula 8.7. Resum econòmic del cost dels transports. Font: *Pròpia*

8.1.3. Opció 2: creació d'un milk round entre aquests dos proveïdors

Aquesta segona opció proposa la creació d'un *milk round* entre aquests dos proveïdors. La idea és combinar les dues càrregues i crear un transport combinat amb una freqüència setmanal.

El primer pas és analitzar el contingut de la càrrega, tenint en compte els consums setmanals de cada producte vistos a la opció 1, el pes, el volum, el tipus de palet, les quantitats per caixa i palet, i si es pot o no apilar. A la Taula 8.8 es troba un resum de com s'ha fet l'anàlisi de la càrrega.

description	weight KG	box qty	box / pallet	pallet qty (pcs)	pallet type	pallet volume (cubic mt)	stackability
CONJ PORTLAMP PARACHOQUES FIAT 198	0,015	500	8	4000	AMERICANO	0,3648	si
CONJ PORTLAMP IZ MERC.NCV2 MOPF	0,2402	42	20	840	AMERICANO	1,32	si
CONJ PORTLAMP DR MERC.NCV2 MOPF	0,2402	42	20	840	AMERICANO	1,32	si
CONJ PORTLAMP IZ RENAULT X 87 ALA	0,1138	64	20	1280	AMERICANO	1,584	si
CONJ PORTLAMP DR RENAULT X 87 ALA	0,1138	64	20	1280	AMERICANO	1,584	si
CONJ PORTLAMP IZ VW POLO GP UK NUEVO	0,219	50	12	600	EUROPEO	1,2672	si
CONJ PORTLAMP DR VW POLO GP UK NUEVO	0,219	50	12	600	EUROPEO	1,2672	si
CONJ PORTLAMP IZ VW POLO GP UE NUEVO	0,219	50	12	600	EUROPEO	1,2672	si
CONJ PORTLAMP DR VW POLO GP UE NUEVO	0,219	50	12	600	EUROPEO	1,2672	si
CONJ PORTLAMP S/LAMP IZ MERIVA ALA LEDS	0,101	100	12	1200	EUROPEO	1,2672	si
CONJ PORTLAMP S/LAMP DR MERIVA ALA LEDS	0,101	100	12	1200	EUROPEO	1,2672	si
SEPARADOR TERMICO SEAT SE- 250 5 PUERTAS BOMB Y PA	0,0105	600	84	50400	EUROPEO	0,7488	no

Taula 8.8. Anàlisi de la càrrega del transport combinat. Font: *Pròpia*

Un cop analitzada la càrrega i tenint en compte les dades de consums setmanals i la capacitat del contenidor del camió i marítim (d'uns 45-47 palets aproximadament), es té que la càrrega final serà, majoritàriament, aquesta:

description	pallet / wk	pieces	price	stock value
CONJ PORTLAMP PARACHOQUES FIAT 198	1	4000	0,27 €	1.072,80 €
CONJ PORTLAMP IZ MERC.NCV2 MOPF	1	840	1,16 €	978,43 €
CONJ PORTLAMP DR MERC.NCV2 MOPF	1	840	1,16 €	978,43 €
CONJ PORTLAMP IZ RENAULT X 87 ALA	4	5120	1,12 €	5.748,73 €
CONJ PORTLAMP DR RENAULT X 87 ALA	4	5120	1,12 €	5.748,73 €
CONJ PORTLAMP IZ VW POLO GP UK NUEVO	2	1200	1,05 €	1.255,62 €
CONJ PORTLAMP DR VW POLO GP UK NUEVO	2	1200	1,21 €	1.456,50 €
CONJ PORTLAMP IZ VW POLO GP UE NUEVO	14	8400	1,21 €	10.195,53 €
CONJ PORTLAMP DR VW POLO GP UE NUEVO	14	8400	1,05 €	8.789,37 €
CONJ PORTLAMP S/LAMP IZ MERIVA ALA LEDS	1	1200	1,01 €	1.208,41 €
CONJ PORTLAMP S/LAMP DR MERIVA ALA LEDS	1	1200	1,01 €	1.208,41 €
SEPARADOR TERMICO SEAT SE- 250 5 PUERTAS BOMB Y PA	1	50400	0,05 €	2.391,33 €
TOTAL	46			41.032,32 €

Taula 8.9. Distribució de la càrrega mixta segons consums. Font: *Pròpia*

En aquesta taula s'especifiquen els palets de cada component que aniran al camió normalment, les peces que això comporta, el seu preu i per tant, el valor de l'estoc que serà transportat en cadascun d'aquests viatges.

La simulació de l'estoc a 50 dies serà, per tant, la següent:

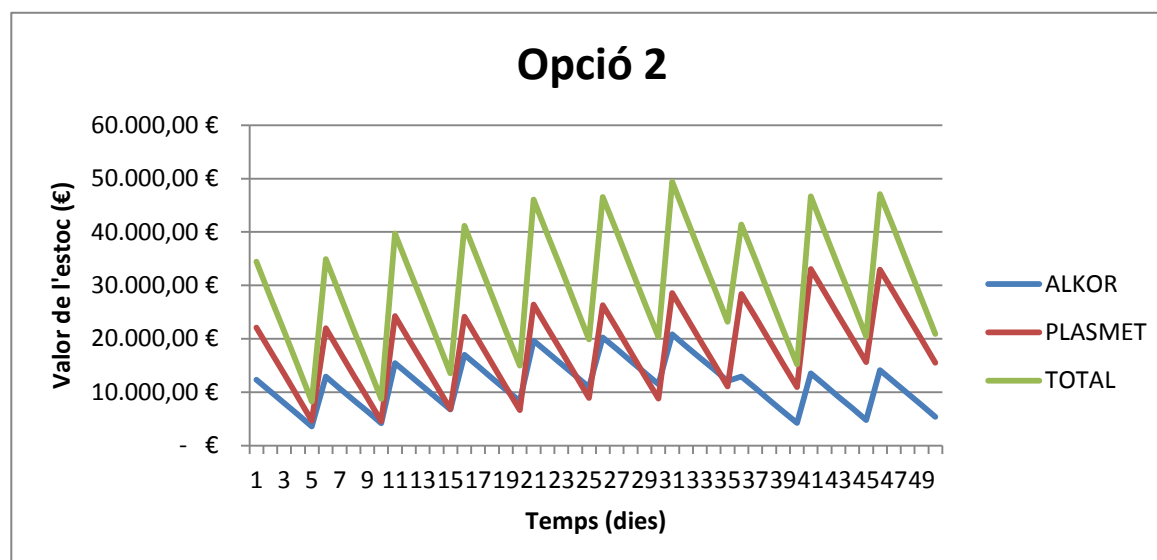


Fig. 8.3. Anàlisi de l'estoc amb el *milk round* proposat. Font: *Pròpia*

Amb aquesta simulació es veu que al entregar alhora els dos proveïdors l'estat de l'estoc total és molt més estable i previsible.

El resum d'aquesta opció, en termes d'estat de l'estoc per tots dos proveïdors i en general, seria el següent:

	Valor mig de l'estoc (€)
ALKOR	11.445,80 €
PLASMET	18.159,23 €
TOTAL	29.562,27 €

Taula 8.10. Resum de l'estat de l'estoc. Font: *Pròpia*

Com es pot veure en aquesta taula, al igual que s'ha comentat en l'anàlisi de la primera opció, es manté i fins i tot redueix el valor de l'estoc mig i màxim tot i doblar el consum d'un dels proveïdors.

D'altra banda, abans de realitzar l'anàlisi econòmica d'aquesta opció cal, però, calcular el cost del transport que es podria organitzar per combinar la recollida als dos proveïdors.

Donat que un dels proveïdors es troba a Bursa, un poble turc situat a uns 300 km del centre d'Istanbul, el recorregut que hauria de fer el transport seria el següent:



Fig. 8.4. Recorregut de la recollida als dos proveïdors. Font: *Google Maps*

Així doncs, la primera parada seria a Bursa per recollir el material del proveïdor PLAS MET (punt A), i un camió realitzaria el camí fins a Istanbul, on recolliria la resta de les mercaderies als magatzems de l'empresa ALKOR (punt B), i es dirigiria fins al port d'Istanbul. Aquí la mercaderia es carregaria en un contenidor marítim com el de la Figura 8.5 i es carregaria en un vaixell destinació Barcelona.

L'empresa logística Rhenus Logistics ha fet una oferta per encarregar-se de tota aquesta part del transport, fins al port de Barcelona amb les duanes de Turquia incloses, de 24,38€/100 kg de mercaderia, arrodonint els kg a l'alça. Aquesta part del transport, tenint en compte el pes de la càrrega, tindria un cost de 1.316,52 €, als quals s'haurien d'afegir tant les duanes del port de Barcelona, com el cost de descarregar el contenidor marítim i transportar-lo del moll al magatzem, i el cost d'un camió del port de Barcelona als magatzems de la planta a Llinars del Vallès.

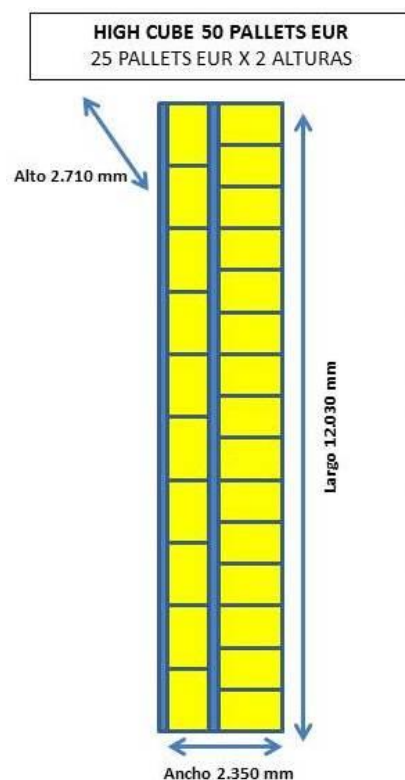


Fig. 8.5. Esquema del contenidor marítim. Font: *Pròpia*

Així doncs, el resum dels costos d'un transport organitzat entre aquests dos proveïdors és el següent, desglossat en els diferents conceptes.

Concepte	Cost
Transport Bursa – Turquia – Barcelona + duanes Turquia (a càrrec de l'empresa Rhénus Logistics)	1.316,52 €
Duanes Barcelona	350,53 €
Manipulació d'un contenidor al port	190,00 €
Buidat d'un contenidor al port	175,00 €
Transport moll – magatzem al port	154,00 €
Transport Port Barcelona – Llinars Vallès	210,00 €
TOTAL	2.396,05 €

Taula 8.11. Càlcul del cost d'un transport Bursa - Istanbul - Llinars. Font: *Pròpia*

Amb aquests costos, el resum econòmic d'aquesta opció seria el següent:

	Nº viatges / mes	Cost / viatge	Cost total
ALKOR + PLASMET	4	2.396,05 €	9.584,20 €
TOTAL	4		9.584,20 €

Taula 8.12. Anàlisi econòmica del cost dels transports. Font: *Pròpia*

8.1.4. Comparació de resultats

Havent analitzat profundament les dues opcions, i tal i com ja s'ha dit anteriorment, la decisió de quina opció utilitzar vindrà determinada per dos paràmetres clau:

- Estoc i espai al magatzem
- Cost dels transports mensuals

En el primer dels paràmetres no té gaire sentit parlar d'estoc mitjà ja que no varia gaire entre les dues opcions, doncs al cap i a la fi, l'estoc mitjà depèn del consum, i el consum és exactament el mateix. Per això, l'anàlisi que s'ha cregut més convenient per avaluar l'estoc és la freqüència d'entrega. Aquesta determinarà l'estoc diari i és aquí on es veuran les diferències entre una opció i una altra, ja que en la primera opció s'haurà de reservar espai

per quan arribin les entregues i serà un espai que quedarà inutilitzat a mesura que es vagin consumint els materials, en canvi, en la segona, es reduirà el temps en què l'espai queda desaprofitat i a més, es necessitarà menys espai per emmagatzemar perquè a cada càrrega el volum de cada component serà menor.

D'altra banda, comparant la faceta econòmica de les dues opcions s'obtenen els següents resultats:

	Cost total dels transports mensuals
OPCIÓ 1	14.826,46 €
OPCIÓ 2	9.584,20 €

Taula 8.13. Comparació econòmica de les dues opcions plantejades. Font: *Pròpia*

Atenent a aquests dos paràmetres la decisió seria decantar-se per la opció 2, que consisteix en la creació del *milk round*, i tot i que en aquesta opció s'ha de tenir en compte que tot el risc de la mercaderia durant el transport és responsabilitat pròpia de l'empresa, un altre punt a favor per aquesta opció és que mitjançant un transport organitzat per la pròpia empresa s'augmenta la flexibilitat d'aquest, és a dir, és molt més fàcil introduir variacions en la càrrega del camió degudes a fluctuacions de la demanda, i a més, es controla molt més què portarà exactament el camió en la propera càrrega. Aquesta última raó és un aspecte molt important ja que quan el transport l'organitza el proveïdor, l'empresa client (en aquest cas nosaltres) envia el programa amb les demandes de cada component però el proveïdor té capacitat per enviar més d'un component determinat, per exemple, per aprofitar millor el transport de forma que mai se sap exactament què vindrà i en quina quantitat a la següent càrrega.

Per totes aquestes raons, la opció escollida és la segona, amb la qual cosa es crearà aquest *milk round* amb Turquia.

8.1.5. Resultats del projecte

A partir de la creació d'aquest *milk round*, els resultats van ser avaluats tal i com estipula *World Class Manufacturing*: mitjançant els KPI i els KAI. A continuació es mostren els resultats més significatius d'aquesta millora a la planta.

El primer gràfic mostra l'evolució de l'estoc a través dels diferents passos realitzats (eix horitzontal) en termes de dies d'estoc (eix vertical) i segons si es tracta de producte acabat, producte en curs o components de proveïdor.

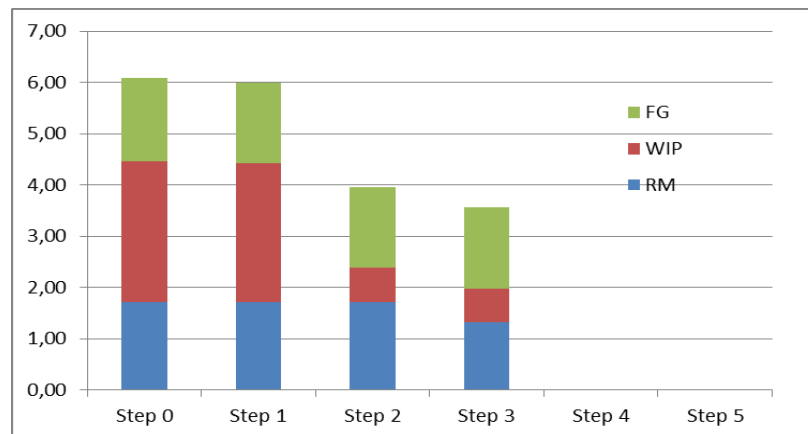


Fig. 8.6. Resultats KPI de l'Step 3. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Del gràfic es dedueix una reducció de l'estoc de components procedents de proveïdors externs de l'step 2 al 3, que ja es lògic donada la temàtica del projecte realitzat. A més, a la Taula 8.14 es comprova que aquest estoc passa de 1,72 dies a 1,32 dies en aquest step.

Stock (Days)	Step 0	Step 1	Step 2	Step 3		
RM	1,72	1,72	1,72	★ 1,32		
WIP	2,74	2,70	0,66	0,66		
FG	1,63	1,58	1,58	1,58		
Total	6,09	6,00	3,96	3,56		

Taula 8.14. Resultats KPI de l'Step 3. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

El segon gràfic mostra la relació de l'espai estalviat (en m²) als diferents espais de la fàbrica (magatzem de components de proveïdor, magatzem WIP de producte en curs, i línia de muntatge) a través dels passos realitzats. Tal i com s'avançava a les conclusions d'aquest primer projecte, s'evidencia un estalvi molt important de 84 m² al magatzem de components de proveïdor, degut precisament a aquest augment de la freqüència d'entrega, que ha permès una disminució de l'espai reservat a aquest material donat que ara porten menys quantitat i té una rotació major.

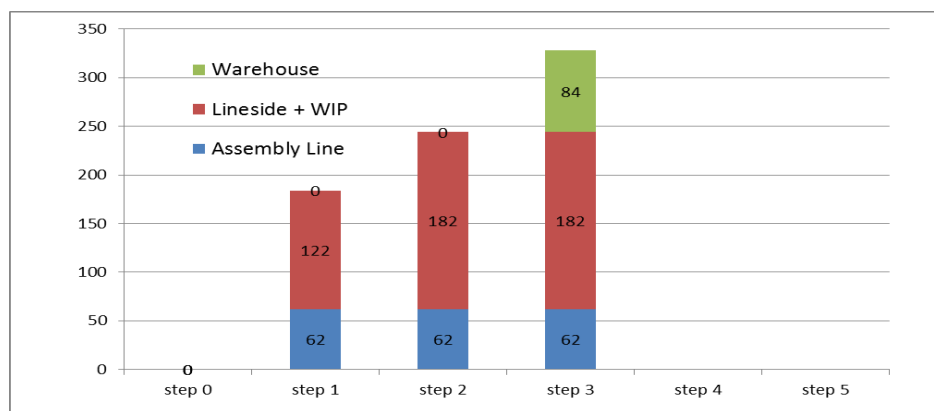


Fig. 8.7. Resultats KAI de l'Step 3. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Space Recovered (m ²)	step 0	step 1	step 2	step 3	step 4	step 5
Assembly Line	0	62	62	62		
Lineside + WIP	0	122	182	182		
Warehouse	0	0	0	★ 84		
Total	0	184	244	328		

Taula 8.15. Resultats KAI de l'Step 3. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

8.2. Projecte 2: Aplicació de l'step 4 a la planta

Tal i com s'ha comentat anteriorment, l'step 4 consisteix en dur a terme un anivellament de la producció, i amb aquest objectiu, s'ha realitzat aquest projecte.

Els avantatges d'una producció anivellada són ben coneguts, i a la planta analitzada es poden destacar els següents:

- Pal·liar variacions en les comandes dels clients
- Anticipar-se a festius tant a la planta com als clients, fet molt important amb clients *overseas*, és a dir, situats a l'altra banda de l'oceà
- Generació i manteniment de l'estoc mínim de seguretat
- Generació de comandes estables als proveïdors

La situació de partida, agafant com a exemple l'article de l'àrea pilot, el Polo 250, era la que es mostra al gràfic de la Figura 8.8. En aquest gràfic es comprova que a la fàbrica es duia a terme una producció molt desequilibrada, i que per tant, era necessari un anivellament d'aquesta per fer més estable la producció i el càlcul de necessitats, amb la qual cosa les comandes als proveïdors es farien també més estables.

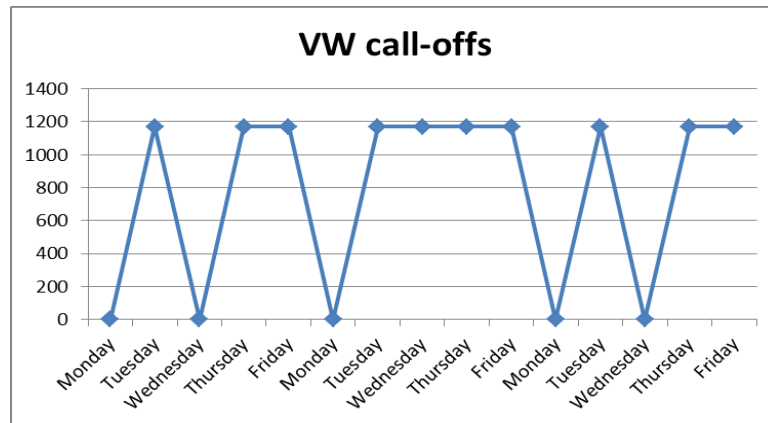


Fig. 8.8. Situació de la producció diària. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

El procediment per dur a terme aquest anivellament de la producció es basa en el diagrama de la Figura 8.9.

El primer pas un cop s'han rebut les comandes del client al sistema (en el cas de la nostra empresa, SAP) és veure la mà d'obra disponible que hi ha a la planta i comprovar si hi ha o no capacitat suficient per complir amb la demanda del client. Això es duu a terme mitjançant un fitxer oficial del grup Fiat per les plantes de la unitat de negoci d'*Automotive Lighting* com el de la Figura 8.10.

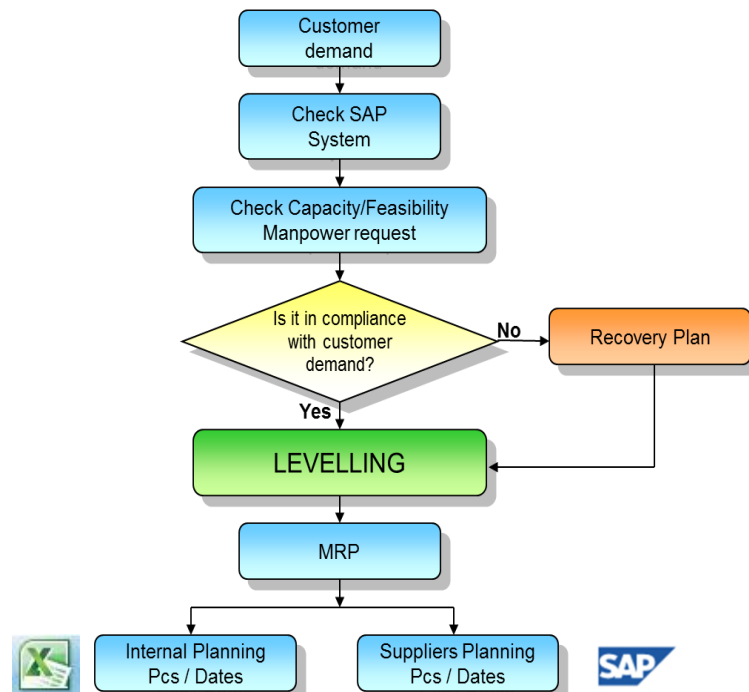


Fig. 8.9. Procediment d'anivellament de la producció. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

En aquest fitxer queda detallat el nombre de peces que s'han de produir cada mes i a partir de la velocitat de producció, el nombre d'operaris necessaris per produir-ho. També es desglossa la mà d'obra segons l'àrea a la qual va destinada, és a dir, les àrees de producció, injecció o metal·litzat.

ALRE - Llinars				Manpower Request July - Nov 2013									
Plant													
				Aug		Sep		Oct		Nov		Dic	
updated on : 28/06/2013				Budget-Days 0,5		20		23		20		13	
				Forecast-Days 0,5		21		22		20		13	
				Delta 0		1		-1		0		0	
Area	WC Line	Description	Area	Pcs month	op./ day	Pcs month	op./ day	Pcs month	op./ day	Pcs month	op./ day	Pcs month	op./ day
Area - A5				1.416	28,8	73.759	36,1	69.540	33,2	73.503	38,7	47.059	37,7
Area - A6				3.943	66,7	113.301	47,0	116.626	45,4	102.513	43,8	68.663	45,5
Area - A7				4.514	95,1	75.719	21,6	72.759	19,4	62.872	19,8	39.114	21,4
Area - Inyeccion				29.301	80,7	602.674	43,4	504.074	35,8	502.973	39,7	349.441	41,4
Area - Metalizado				30.281	163,7	430.134	55,2	396.798	51,6	344.793	48,4	272.447	56,7
Total Necessary - op.					435		203		185		190		203
Summary of operators per Cost Center													
TOTAL Assembly		Theoretical	op./ day	114		114		114		114		114	
		Necessary	op./ day	191		105		98		102		105	
		Delta		-76		10		16		12		10	
TOTALE Pre Production		Theoretical	op.	118,32		118,32		118,32		118,32		118,32	
		Necessary	op./ day	244		99		87		88		98	
		Delta	op./ day	-126		20		31		30		20	
Otras horas Producidas Coordinadores - Materialistas		Theoretical	op./ day	19		19		19		19		19	
		Necessary	op./ day	21		21		21		21		21	
		Delta											
TOTAL PLANT		Theoretical	op./ day	252		252		252		252		252	
		Necessary	op./ day	456		224		206		211		223	
		Delta		-204		28		46		41		28	
		Delta (days)		-0,4		2,3		4,0		3,2		1,5	
Finished good to produce				9.873		262.779		258.925		238.888		154.836	
Pcs achievable				5.452		295.539		316.347		284.959		174.525	
Pcs/day to produce				19.746		12.513		11.769		11.944		11.910	
Pcs/day achievable				10.903		14.073		14.379		14.248		13.425	
Pcs/day per operator (achievable)				43,3		55,9		57,2		56,6		53,4	
Unbalance operator (Direct labor)				0		0		0		0		0	

Fig. 8.10. Fitxer oficial de previsió de mà d'obra. Font: *Fitxer de Magneti Marelli*

En aquest punt, el diagrama proposa la pregunta sobre si, amb la capacitat de la planta en termes de mà d'obra, es podrà complir la comanda del client. Si la resposta és afirmativa havent fet l'anàlisi de la mà d'obra disponible, s'accepta la comanda i es procedeix a l'anivellament de la producció. Si no és així, es duu a terme un pla de recuperació que pot incloure hores extres o augment de la mà d'obra extra, i un cop solucionat aquest tema, es passa a l'anivellament.

Aquest anivellament de la producció es duu a terme en un altre fitxer de forma manual, on apareixen, en verd, les comandes del client, en negre, el que es programa per produir a la planta cada dia, i en blau l'estoc existent d'aquell producte aquell dia. D'aquesta forma es pretén passar de la producció del gràfic de la Figura 8.8 al de la Figura 8.12.

24																25								26	27	28	29	30	31	32
S2																S3								S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D																
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26																
0	0	0	0	0	0	0	0	1140							700	840	920	860	2020	0	0									
0	0	0	0	200	400	400	0	350	350	350	0	0	0	0	1000	1000	1000	1000	1000	0	0									
35	305	305	305	505	905	1305	1305	1305	515	865	1215	1215	1215	1215	1515	1675	1755	1895	875	875	875									

Fig. 8.11. Fitxer d'anivellament de la producció. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

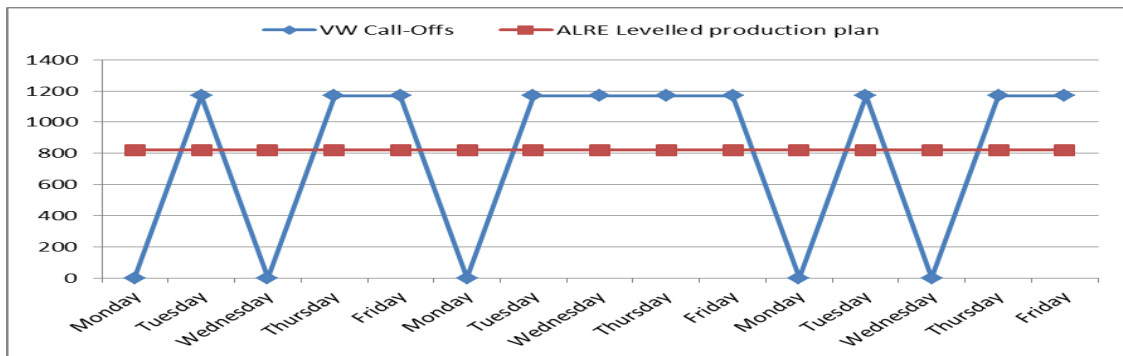


Fig. 8.12. Producció estable desitjada. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Un cop ha quedat anivellada la producció, el següent pas del procediment és introduir la informació sobre el que s'ha de produir cada dia al sistema, doncs precisament aquesta informació serà l'input pel MRP setmanal i per tant, per les comandes enviades als proveïdors setmanalment.

Tal i com es veu al diagrama, d'aquest MRP setmanal en surten dos fitxers: un que especifica el que s'ha de produir en cada línia de muntatge cada dia de la setmana i que és de caràcter intern, i un altre que és el que el sistema envia als proveïdors amb les necessitats setmanals ara sí, estables, que permeten que la planificació d'aquests també sigui més fàcil i estable.

8.2.1. Resultats del projecte

La veritat és que els resultats d'aquest *step 4* són difícils de quantificar, doncs els avantatges que aporten són més de caràcter operatiu. Els beneficis més importants que ha aportat l'anivellament de la producció a la planta han estat la reducció dels transports urgents dels proveïdors degut a la planificació estable de les necessitats, la reducció de costos de mà d'obra gràcies a la millor planificació d'aquesta, reduint les hores extres de cap de setmana i torns de vacances amb la producció anivellada, i el major control de l'estoc de producte en curs gràcies al sistema SAP que proporciona informació d'aquest en temps real, i evita preparacions de pre-producció urgents.

8.3. Projecte 3: Aplicació de l'*step* 5 a la planta

L'*step* 5 consisteix en refinar la logística tant interna com externa, i donat que el requeriment per a la puntuació de dos punts demana que l'àrea pilot estigui entre els *step* 4 i 5, un cop acabat el quart pas es van engegar una sèrie de projectes per a introduir-se dins l'*step* 5. Aquests primers projectes duts a terme van centrar-se en refinar la logística interna, però no es va engegar cap per refinar la logística externa, doncs l'única millora en aquesta va ser la creació del *milk round* de l'*step* 3 vist anteriorment.

Els projectes que es van dur a terme per refinar aquesta logística interna van ser els comentats a continuació.

En primer lloc, es va substituir la manera de limitar el material a les cèl·lules per reduir les activitats NVAA dels logístics encarregats de la seva alimentació. Anteriorment, la longitud de la carrilera d'alimentació de la cèl·lula determinava el número de caixes que hi cabien per a cada material, i per tant, l'estoc màxim que podia haver-hi a la cèl·lula. Això, però, significava que cada carrilera tingués una llargada diferent i per tant, que el logístic perdés més temps a l'hora d'alimentar-les.

La solució duta a terme va ser igualar totes les llargades a la més gran, de manera que totes quedessin en línia i el logístic anés més ràpid reposant material. El problema que va sorgir doncs, va ser que aquest augment en la llargada de moltes de les carrileres podia provocar un excés d'estoc a les línies, i és per això que es va haver de trobar una manera de limitar-lo.

Es van dur a terme dues accions, una visual ja instaurada que mostra el número de caixes màximes que pot haver-hi a cadascuna de les carrileres situada a l'etiquetatge de la carrilera i de la caixa (Figura 8.14) i una que està en fase de proves i que consisteix en un sistema *poka-yoke* que evita la introducció de material quan s'ha arribat al màxim de caixes permeses mitjançant una barra que puja quan s'arriba a aquest màxim (Figura 8.15). Aquesta última acció s'ha posat en una sèrie de carrileres i es troba actualment en fase de proves.



Fig. 8.13. Alineat de les carrileres i igualació de les seves llargades. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*


Procedencia	2090390580				Clase
PROV	PANTALLA TERM ANTI VW250				C
PR06-PCK	 400x300x120	Pcs/caja	Output/hora	Cobertura/caja	Rampa
		150	41,9	1,8	6 máx



Fig. 8.14. Limitació visual del material a les carrileres. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*



Fig. 8.15. Limitació física (*poka-yoke*) del material a les carrileres. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

En segon lloc, un altre dels projectes de millora de la logística interna va ser el de modificar tant els vagons dels trens de producte en curs com els dels de components de proveïdor (circuit de mínims).

Per als trens de peces de fabricació interna, es van substituir els vagons que funcionaven fins llavors per uns nous que contenen una rampa per facilitar la introducció del material i a més, augmentaven la capacitat del transport a cada viatge, amb les quals coses es reduïen les activitats NVAA dels logístics.



Fig. 8.16. Vagons utilitzats anteriorment. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*



Fig. 8.17. Rampa dels nous vagons i augment de la capacitat de un a quatre contenidors per vagó. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

A més, aquests nous vagons disposen d'un mecanisme que permet girar millor i per tant, dóna peu a la possibilitat d'afegir més vagons al mateix tren. Aquest mateix mecanisme es va introduir als vagons del tren de mínims amb el mateix objectiu.

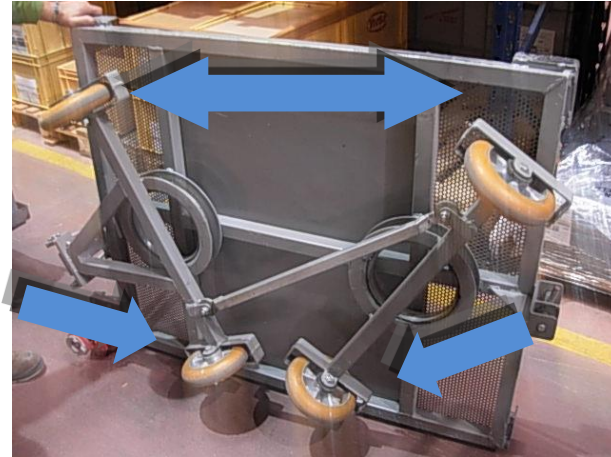


Fig. 8.18. Nou mecanisme per als vagons dels trens del circuit de mínims. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

En tercer lloc, es va dur a terme un projecte per evitar les fluctuacions d'estoc dels portalàmpades de l'àrea model, que provenien d'un proveïdor extern, mitjançant la introducció d'un sistema *kanban* dedicant exclusivament 144 caixes a aquest article, 36 per a la versió anglesa i 108 per a la versió europea. D'aquesta manera es limitava l'estoc màxim a 2 dies de producció, i s'evitaven produccions en massa del proveïdor, ja que al haver-hi un número determinat de caixes, un cop es buiden a fàbrica s'envien directament al proveïdor i aquest haurà de produir l'equivalent a aquestes caixes, ni més ni menys.



Fig. 8.19. Caixes *kanban* pels portalàmpades de l'àrea model. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

En quart lloc, es veia al Capítol 6 que la planta comptava amb un transport mixt intern al circuit de mínims, i en la preparació d'aquesta auditoria s'han introduït una sèrie de millores

en aquest tren, ja que s'ha dissenyat un nou vagó i és per això que, tot i que ja es complia aquesta part del requeriment, s'ha dut a terme un projecte d'optimització d'aquest punt.

L'origen d'aquest projecte recau en la idea d'un *quick kaizen* que proposava una solució al moviment excessiu de les caixes durant els viatges del tren a la fàbrica. Aquesta solució consistia a posar una sèrie de departaments amb guies als pisos més baix i més alt del vagó, per a les caixes més grans i les mitjanes, respectivament. A més, s'introduïa un pis intermedi amb inclinació i una sèrie de rodets per facilitar el lliscament cap als extrems de les caixes més petites, fent més àgil i fàcil l'alimentació de les diferents cèl·lules.

Un cop dissenyat i aprovat aquest nou vagó, es va procedir a la seva fabricació i prova, i havent estat aquesta molt satisfactòria i havent agradat als operaris d'aquest flux, el vagó ja està operatiu en aquest circuit.

A continuació es pot veure el *kaizen* dut a terme, així com algunes fotografies del vagó acabat i operatiu.

MAGNETI		STANDARD/QUICK KAIZEN		Leader: PHIL MASSEY
Pilar WCM:		<input checked="" type="checkbox"/> Logística y servicios cliente <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Gestión avanzada de los equipos		<input type="checkbox"/> Organización de los puestos de trabajo (WJO) <input type="checkbox"/> Mantenimiento Autónomo (Mx.T) <input type="checkbox"/> Mantenimiento Profesional
				<input type="checkbox"/> Desarrollo del personal <input type="checkbox"/> Seguridad/Ambiente <input type="checkbox"/> Mejora Focalizada
OBJETIVO: AUMENTO CAPACIDAD ACKERMAN IV		TEAM: MONICA PIGAMAL, ANTONIO LOPEZ, CARLOS ACETON, JOSE NAVARRETE		Referencia: 3522
PLAN 1 DESCRIBIR EL PROBLEMA		DO DESCRIBIR LA SOLUCIÓN / LAS ACCIONES		
SW 1H n°		ó descripción de la solución/croquis		
QUÉ? ¿Qué problema? ¿Qué máquina? ¿Qué producto? ¿A cuántos productos afecta el problema?		Plan de acción N°:		
MOVIMIENTO DE CAJAS DURANTE LOS VIAJES		<p>piso para cajas natangas y marfil misma base</p> <p>Piso 2</p> <p>Piso 1</p> <p>Piso 0</p> <p>quias</p>		
CUANDO? ¿Que hora/día? ¿Qué acción (arranque, mantenimiento, producción)? ¿Con qué frecuencia de aparición?		Aceptado por el Responsable del Pilar: [Firma]		
SIEMPRE.		Firma Responsable:		
DÓNDE? ¿En qué línea / est? ¿En qué máquina/quien?		Se ha alcanzado el objetivo? SI/ NO		
TREN DE MINIMOS.		La solución permite garantizar que el problema no reaparezca?		
QUIEN? ¿Quién ha detectado el problema? ¿Quién ha fabricado el producto? ¿Quién ha intervenido sobre la máquina?		Ha generado una OPL O SOP: SI/NO N° OPL: N° SOP:		
PHIL MASSEY		<p>ACT</p> <p>Se ha alcanzado el objetivo? SI/ NO</p> <p>La solución permite garantizar que el problema no reaparezca?</p> <p>Ha generado una OPL O SOP: SI/NO N° OPL: N° SOP:</p>		
COMO? ¿Cómo se ha sido identificado el problema? ¿Cuál ha sido su evolución? ¿Cómo ha sido fabricado el producto?		<p>Se ha identificado con un TAG: SI/NO N TAG:</p> <p>Se ha alcanzado el objetivo? SI/ NO</p> <p>La solución permite garantizar que el problema no reaparezca?</p> <p>Ha generado una OPL O SOP: SI/NO N° OPL: N° SOP:</p>		
POR QUÉ? ¿Por qué ha sucedido? ¿Cuál es la supuesta causa del problema? ¿Qué no estaba conforme con el estándar?		<p>Porque no había ningún "tope" que fijara las cajas y con el tren en movimiento bajaban.</p> <p>Se ha alcanzado el objetivo? SI/ NO</p> <p>La solución permite garantizar que el problema no reaparezca?</p> <p>Ha generado una OPL O SOP: SI/NO N° OPL: N° SOP:</p>		
TIPO PERDIDA (ver el dorso):		<p>Se ha alcanzado el objetivo? SI/ NO</p> <p>La solución permite garantizar que el problema no reaparezca?</p> <p>Ha generado una OPL O SOP: SI/NO N° OPL: N° SOP:</p>		
Es necesario actualizar el PMBA, Plan de Control o un procedimiento o instrucción? NO		<p>Se ha alcanzado el objetivo? SI/ NO</p> <p>La solución permite garantizar que el problema no reaparezca?</p> <p>Ha generado una OPL O SOP: SI/NO N° OPL: N° SOP:</p>		
Es posible aplicar este Kaizen a otras UTE / líneas? NO		<p>Se ha alcanzado el objetivo? SI/ NO</p> <p>La solución permite garantizar que el problema no reaparezca?</p> <p>Ha generado una OPL O SOP: SI/NO N° OPL: N° SOP:</p>		
Informar EEM SI/NO MP INFO NI.		<p>Se ha alcanzado el objetivo? SI/ NO</p> <p>La solución permite garantizar que el problema no reaparezca?</p> <p>Ha generado una OPL O SOP: SI/NO N° OPL: N° SOP:</p>		
Informar a I+D para cambio en diseño SI/NO BP INFO NI.		<p>Se ha alcanzado el objetivo? SI/ NO</p> <p>La solución permite garantizar que el problema no reaparezca?</p> <p>Ha generado una OPL O SOP: SI/NO N° OPL: N° SOP:</p>		
<p>Proyecto iniciado el: 25.02.2014</p> <p>Fecha de cierre: 05.03.2014</p> <p>Coste (€): 150</p> <p>Beneficio (€): 170</p> <p>MC (€): 1,26</p> <p>Validación: [Firma]</p>		<p>Se ha alcanzado el objetivo? SI/ NO</p> <p>La solución permite garantizar que el problema no reaparezca?</p> <p>Ha generado una OPL O SOP: SI/NO N° OPL: N° SOP:</p>		

Fig. 8.20. Kaizen sobre el nou vagó del circuit de mínims. Font: Document de Magneti Marelli, 2014



Fig. 8.21. Imatges del nou vagó del tren de mínims. Font: *Pròpia*

Per acabar, l'últim i potser més important dels projectes duts a terme en aquest punt, va ser el trasllat de la màquina de fabricació del cos de l'àrea pilot al costat de la màquina que fabrica la màscara i que a l'*step 2* es va situar al costat de la línia de muntatge d'aquest pilot, amb la introducció d'un sistema d'alimentació automàtica entre aquests dos punts. El resultat d'aquesta reorganització del *layout* d'aquest producte va significar que tant el cos com la màscara d'aquest pilot entressin directament a la línia de muntatge sense ajuda de cap logístic, a través d'aquest sistema d'autoalimentació, amb la qual cosa es va reduir la mà d'obra necessària.

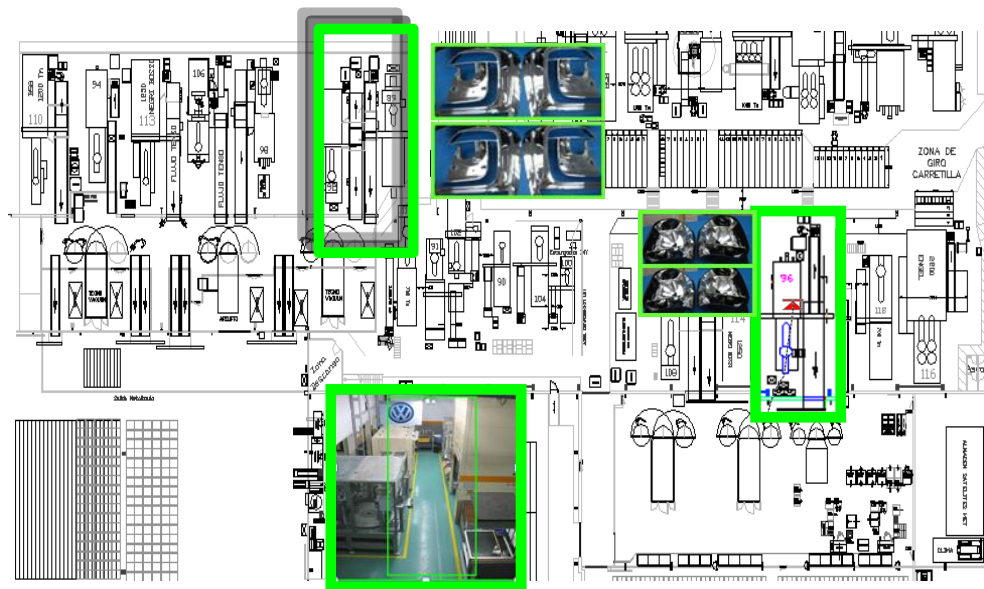


Fig. 8.22. *Layout* inicial. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

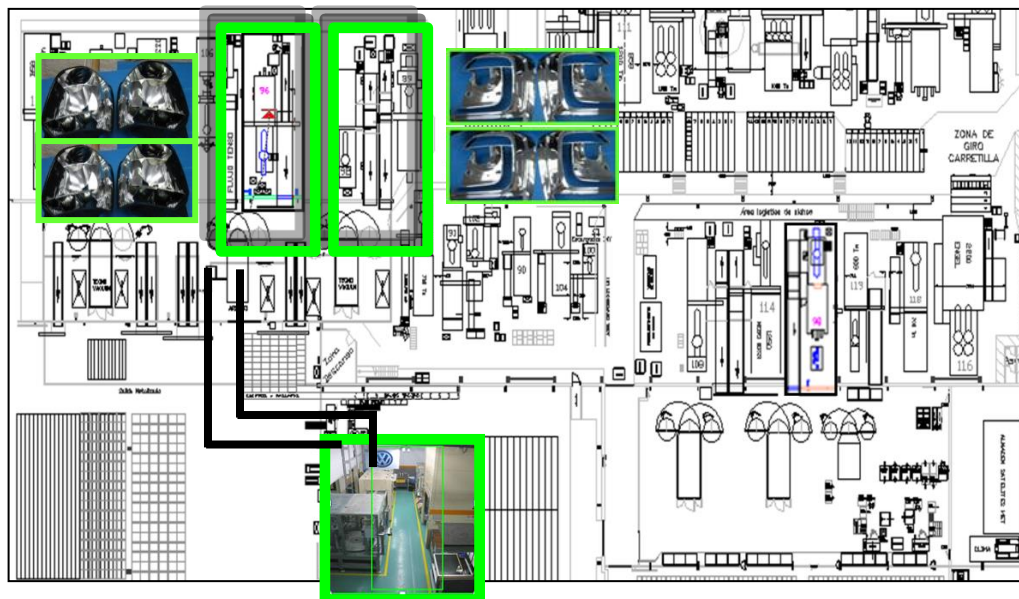


Fig. 8.23. Layout després de la reestructuració amb esquema de l'alimentació automàtica.

Font: Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli

8.3.1. Resultats del projecte

De la mateixa manera que en els dos passos anteriors, s'ha avaluat aquest projecte en termes de KPI i KAI i els resultats més significatius que s'han obtingut en aquest conjunt de millores pertanyents a l'*step* 5 han estat una reducció de l'estoc i de la mà d'obra indirecte de logística.

El primer gràfic mostra l'evolució de l'estoc (en dies) a través dels diferents passos i en cadascun dels magatzems, i es pot apreciar una reducció de l'estoc tant en els components de proveïdor com al producte en curs. La Taula 8.16 mostra aquesta reducció global de l'estoc d'uns 4.000 €.

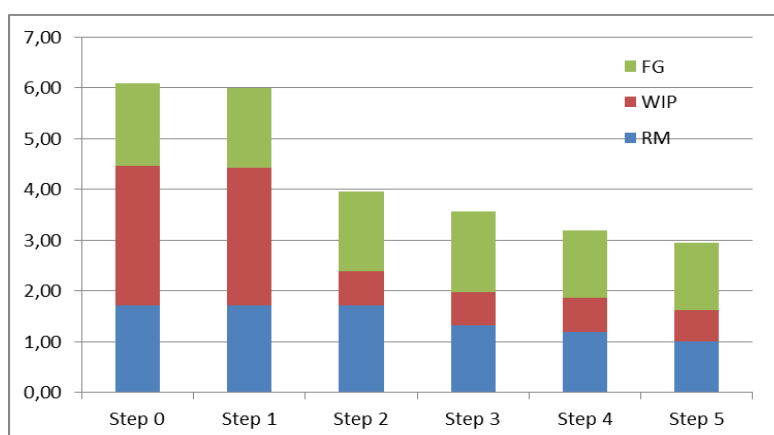


Fig. 8.24. Resultats KPI de l'Step 5. Font: Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli

Stock (Days)	Step 0	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
RM	1,72	1,72	1,72	1,32	1,20	★ 1,01
WIP	2,74	2,70	0,66	0,66	0,66	★ 0,61
FG	1,63	1,58	1,58	1,58	1,33	1,33
Total	6,09	6,00	3,96	3,56	3,19	2,95

stock €	Step 0	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
RM	26.649 €	26.649 €	26.649 €	20.405 €	18.563 €	★ 15.602 €
WIP	42.355 €	41.710 €	10.223 €	10.223 €	10.223 €	★ 9.511 €
FG	25.200 €	24.387 €	24.387 €	24.387 €	20.573 €	20.573 €
Total	94.204 €	92.746 €	61.259 €	55.015 €	49.359 €	45.686 €

Taula 8.16. Resultats KPI de l'Step 5. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

D'altra banda, el segon gràfic mostra la quantitat de mà d'obra a través dels diferents passos, i en funció del seu tipus, i evidencia una disminució de la mà d'obra indirecta degut a la reorganització del *layout* amb la no intervenció dels logístics en els components de fabricació interna de l'àrea model.

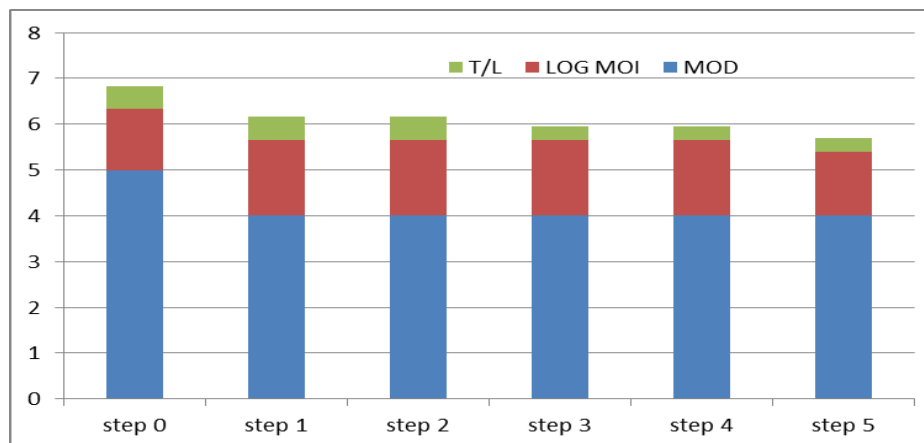


Fig. 8.25. Resultats KAI de l'Step 5. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

Direct + Indirect Labour Trend	step 0	step 1	step 2	step 3	step 4	step 5
MOD	5	4	4	4	4	4
LOG MOI	1,33	1,66	1,66	1,66	1,66	1,39
T/L	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3
Total / shift (normally 3 shifts)	6,83	6,16	6,16	5,96	5,96	5,69

Taula 8.17. Resultats KAI de l'Step 5. Font: *Informe de l'àrea logística de Magneti Marelli*

8.4. Projecte 4: Garantia de compliment de FIFO al magatzem WIP

Tal i com s'ha vist al Capítol 6, tres dels quatre magatzems de la fàbrica ja compleixen FIFO de forma estricta però al magatzem de producte en curs WIP faltava alguna identificació que n'assegurés el compliment, ja que no hi havia cap diferència entre entrar el material per una o altra banda de la carrilera corresponent.

La identificació de les carrileres era tal i com es pot veure a continuació.



Fig. 8.26. Identificació inicial de les carrileres del magatzem WIP. Font: *Pròpia*

Atenent a aquest problema, es va plantejar un projecte amb els següents objectius:

- Millorar la identificació de les carrileres del magatzem WIP per a assegurar el compliment de FIFO
- Augmentar la informació visible a les etiquetes
- Permetre el coneixement a simple vista de l'estoc existent, en dies, per si és necessària alguna reorganització

A més, l'existència d'un *kaizen* (veure Figura 8.27) sobre aquest tema també ha reforçat la importància d'aquest projecte, i donat que s'havia de canviar el disseny de l'etiquetatge del magatzem per introduir un element distintiu que assegurés el compliment de FIFO, es va aprofitar per introduir més informació de l'existent a l'etiquetatge antic.

Així doncs, les accions i contramesures dutes a terme han estat les següents:

- Nou disseny del format de l'etiqueta base mantenint diferent color per a les mans esquerra i dreta, però de forma diferent
- Creació de la base de dades amb el càlcul dels nous paràmetres a introduir
- Introducció d'un element que faciliti el compliment de FIFO

MAGNETI MARELLI		STANDAR/QUICK KAIZEN		Leader: V. Barrios P. Massey	
Pilar WCM: <input checked="" type="checkbox"/> Logística y Servicios cliente <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Gestión avanzada de los equipos		<input type="checkbox"/> Organización de los puestos de trabajo (WO) <input type="checkbox"/> Mantenimiento Autónomo (Niv.1) <input type="checkbox"/> Mantenimiento Profesional		UTE o Servicio: Referencia: 7602	
OBJETIVO: Respetar FIFO				TEAM: Dawi Postigo	
PLAN 1 DESCRIBIR EL PROBLEMA SW 1H n° QQ			DO DESCRIBIR LA SOLUCIÓN / LAS ACCIONES ó descripción de la solución/croquis		
QUÉ? ¿Qué problema? ¿Qué máquina? ¿Qué producto? ¿A cuántos productos afecta el problema? Actualmente no se respeta el FIFO.			Plan de acción N°: Actual: Propuesta:		
CUANDO? ¿Qué fecha/hora? ¿Qué ocasión (arranque, mantenimiento, producción)? ¿Con qué frecuencia de aparición? Permanente.					
DÓNDE? ¿En qué línea / isla? ¿En qué máquina/puesto? Logística.					
QUIEN? ¿Quién ha detectado el problema? ¿Quién ha fabricado el producto? ¿Quién ha intervenido sobre la máquina? Logística.					
CÓMO? ¿Cómo se ha identificado el problema? ¿Cuál ha sido su evolución? ¿Cómo ha sido fabricado el producto? Se ha identificado con un TAG SI/NO. N TAG:					
POR QUÉ? ¿Por qué ha sucedido? ¿Cuál es la supuesta causa del problema? ¿Qué no estaba conforme con el estándar? Al no tener las carrileras asignadas una entrada y salida de material, se crea el material según convergen, la idea es reorganizar la entrada y salida de los carrileras y asignar un tope a la entrada que solo debe entrar cosas y no sacarlas, y a la salida otro tope que solo debe sacar y no meter.			PARA LOS TOPE SE PUEDE UTILIZAR CHAPITAS CON BISAR		
TIPO PERDIDA (ver el dorso):			Aceptada por el Responsable del Pilar SI/NO Firma Responsable:		
Es necesario actualizar el FMEA, Plan de Control o un procedimiento ó instrucción? Es posible aplicar este Kaizen a otras UTE / líneas?			Se ha alcanzado el objetivo? SI / NO		
Informar EEM SI/NO MP INFO N°: Informar a I+D para cambio en diseño SI/NO BP INFO N°:			La solución permite garantizar que el problema no reaparecerá? Ha generado una OPL O SOP SI/NO Iº OPL: N° SOP:		
H1: (Sea el formato operativo AL REFORMATOS ORIGINAL) Standar Quick Kaizen.xls			ACT		
Fecha de lanzamiento: 18-6-13	Fecha de cierre: 26/6/13	Coste (€): 1968,35	Beneficio (€): 18217,6	BVC (€): 9,3	Validación:
Páginas que integran el Quick Kaizen: 1 / 1					VERIFICAR / CHECK

Fig. 8.27. Kaizen referent al compliment de FIFO al magatzem WIP. Font: Document de Magneti Marelli, 2013

El nou format es pot veure a la Figura 8.28 i 8.29, mantenint els colors distintius per esquerre i dreta. Com es pot veure, s'ha afegit un paràmetre que identifica específicament el codi de la carrilera de la qual es tracta, per a facilitar la recerca de materials determinats si no es coneix la ubicació. Aquest codi està format per una lletra i un número: la lletra representa la zona del magatzem i el número la carrilera exacte. La Figura 8.30 és un mapa a escala de la fàbrica on es poden veure aquestes zones d'emmagatzematge.

En la creació de la base de dades, s'han afegit els paràmetres de nombre de peces per caixa, capacitat de la carrilera (en termes de caixes i peces) i la conseqüent cobertura de cada carrilera, en dies. Amb aquestes dades, i segons l'estoc necessari per a la fabricació, s'ha pogut adjudicar el nombre de carrileres necessari per a cada producte.

CARRILERA
D37

2451804559



ENTRADA
MATERIAL



CUERPO IZ VW250 NV

Piezas / caja
4

Capacidad Carrilera	
65 <small>cajas</small>	260 <small>piezas</small>

Cobertura
1,3 <small>días</small>

Fig. 8.28. Nova identificació de les carrileres (mà esquerre). Font: *Pròpia*

CARRILERA
D40

2451814558



ENTRADA
MATERIAL



CUERPO DR VW250 NV

Piezas / caja
4

Capacidad Carrilera	
65 <small>cajas</small>	260 <small>piezas</small>

Cobertura
1,3 <small>días</small>

Fig. 8.29. Nova identificació de les carrileres (mà dreta). Font: *Pròpia*

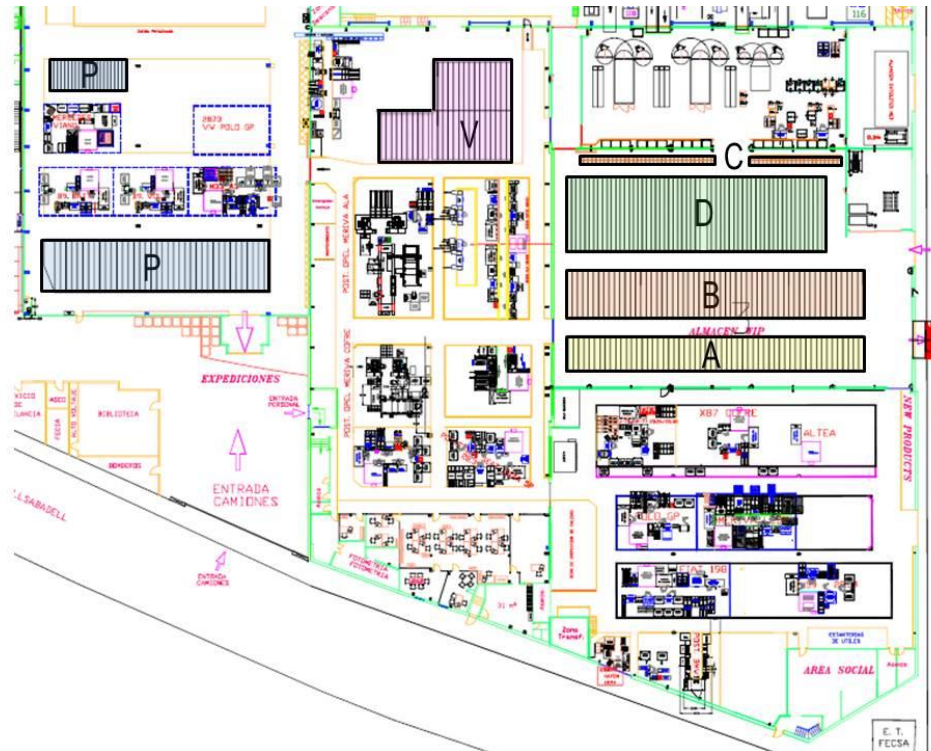


Fig. 8.30. Plànol a escala de la planta amb les diferents zones d'emmagatzematge WIP.

Font: Document de Magneti Marelli

D'altra banda, s'ha introduït també un element distintiu que facilita el compliment de FIFO, i és que per a cadascuna de les carrileres s'han ubicat dos etiquetes, una per a l'entrada de material provinent d'injecció o metal·litzat, i una altra per a la sortida de material, amb destinació a les línies de muntatge (Figura 8.31). Així doncs, s'assegura el compliment de FIFO.

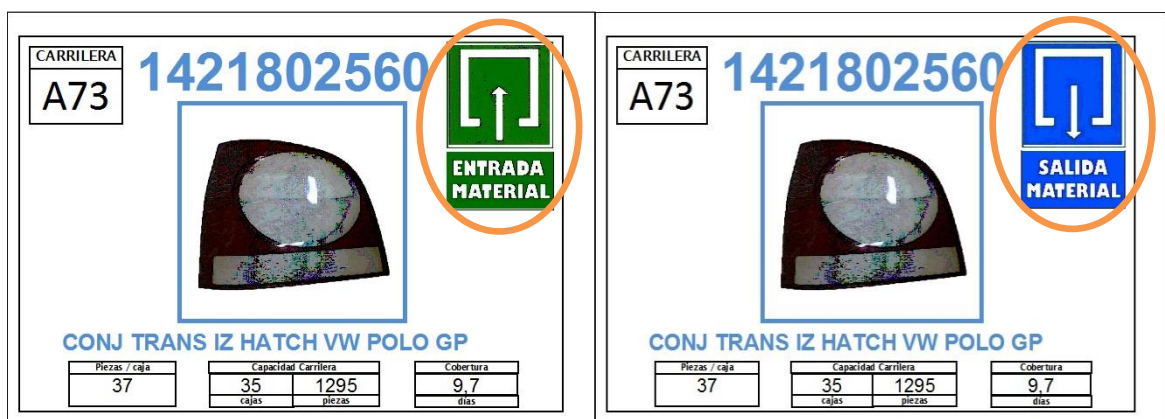


Fig. 8.31. Element distintiu per al compliment de FIFO a les etiquetes. Font: Pròpia

Al identificar pròpiament per on s'ha d'alimentar el material i per on s'ha de treure amb destinació a les línies de muntatge, i mitjançant una petita formació als treballadors logístics encarregats d'aquestes funcions, s'ha solucionat el problema i s'ha demostrat el compliment de FIFO en aquest magatzem i, per tant, a tota la planta.

Tot i així, aquest projecte encara pot tenir un futur desenvolupament ja que al *kaizen* mostrat a la Figura 8.27, es proposava un sistema *poka-yoke* amb una espècie de pivots que permetessin, en el costat de l'entrada de material, aquest sentit de moviment però no el contrari de sortida, i al revés a l'extrem oposat. Amb la identificació s'ajuda al compliment de FIFO però no evita del tot l'error humà, que s'ha de tenir sempre present, i és per això que es proposa aquesta millora del sistema per a properes intervencions.

8.5. Projecte 5: Aplicació d'un mètode de reposició cíclic mitjançant un bon sistema de trucada

Al Capítol 6 s'ha vist com s'havia substituït el mètode de reposició amb toros per trens, però un cop introduït el tren i la reposició cíclica mitjançant aquest, el problema que va sorgir va ser el de l'excés de responsabilitat de l'operari logístic en la presa de decisions de què i quant material reposar a cada línia.

Per limitar l'error humà i les parades de línia s'havia de substituir el mètode d'inspecció visual per una metodologia cíclica amb un bon sistema de trucada, ja que sinó es corre un risc enorme depenent en aquesta mesura de l'operari logístic. Qualsevol circumstància aliena a l'activitat de negoci pot fer variar el ritme de producció d'aquesta i per tant, s'ha de limitar aquest tipus de risc.

Així doncs, el sistema que s'ha aplicat per la reposició és un sistema *kanban* en el qual l'encarregat de l'alimentació de les cèl·lules recull les caixes buides que s'han gastat i reposa el mateix nombre de caixes plenes d'aquell material. D'aquesta manera s'eviten errors humans del reposador en la seva inspecció visual i excessos o faltes d'estoc a les línies, donat que cada material té les seves caixes necessàries dins del circuit.

La introducció d'aquest sistema va deixar patent que un dels problemes que ocorria era que les caixes buides d'un material concret es substituïen per caixes plenes d'un altre material, segons el criteri del reposador. Aquesta manera d'actuar era una clara continuació de la manera anterior de treballar.

És per això, que es va introduir un altre sistema: el de les caixes dedicades. D'aquesta manera, cada caixa disposa d'una etiqueta que indica el material que ha de contenir i per tant, no permet aquest tipus d'equivocacions. El nombre de caixes dedicades de cada material es calcula en funció de la classificació de materials i el consum d'aquest material, ja

que *World Class Manufacturing* estipula un estoc determinat a les línies segons el tipus de material (Taula 8.18).

On-Line Stock Coverage vs Delivery Frequency				
	Stock min	Stock max	Freq int (E)	Freq ext (F)
Class A	1H	4H	0,5H	1H
Class B	1,5H	1,5T	1H	1H
Class C	1,5T	1,5 days	1H	1T

Taula 8.18. Estoc necessari en funció de la classificació de materials. Font: *Pròpia*

Així doncs, ara el mètode de reposició ja no es basa en la inspecció visual i la determinació de l'operari, sinó en un sistema *kanban* que evita possibles errors d'aquest tipus.

8.6. Revisió dels requeriments necessaris per a la puntuació de dos punts

Arribat aquest punt on s'han realitzat, en principi, tots els projectes necessaris per assolir tots els requeriments per optar a la puntuació de dos punts en l'àrea logística, és important revisar aquestes condicions per garantir que totes es compleixen.

En primer lloc, la primera condició, que demana un flux *Step 1 – Step 3* a la majoria de processos ha quedat complerta amb el primer dels projectes, en el qual s'ha complert l'*Step 3* mitjançant la creació d'un *milk round* amb dos proveïdors turcs.

La segona condició, que demana un flux entre *Step 4* i *Step 5* també ha quedat complerta a través dels projectes 2 i 3, i la planta ha quedat podríem dir que a la meitat de l'*Step 5*, donat que només s'han dut a terme projectes de refinament de la logística interna, però per a la puntuació de dos punts valia amb estar entre els *step 4* i *5*.

La tercera condició exigia que existissin diverses activitats en camí per a la creació d'un flux a través de tota la fàbrica, i mitjançant la substitució de la reposició amb toros per trens ja es van crear diferents fluxos a través de la fàbrica per cadascuna de les procedències dels materials (proveïdor i fabricació interna).

Pel que fa a la quarta condició, que requeria que s'apliquessin a la planta no només transports mixtes interns (com el del circuit de mínims) sinó també transports mixtes per a materials comprats a proveïdors externs, mitjançant el primer dels projectes ha quedat satisfeta, doncs s'ha creat aquest transport compartit entre dos proveïdors turcs amb l'objectiu de reduir el *lead time* i maximitzar la rotació de l'estoc.

Respecte al cinquè dels requeriments, que correspon a l'aplicació de FIFO a tota la fàbrica, el quart projecte realitzat s'ha basat en satisfer aquesta necessitat i per tant, ha quedat complerta també.

Quan a la sisena condició, que demanava l'estandardització dels embalatges, ja s'ha vist al Capítol 6 que als embalatges interns s'havia dut a terme amb les caixes *Odette*, però que en els embalatges de producte acabat l'empresa no tenia la suficient força com per exigir-ho, tot i que sí és veritat que s'estava engegant un projecte d'estandardització d'aquests impulsat pels clients.

Finalment, la setena i última condició que es requeria consistia en què els productes ja no es subministressin a través de la inspecció del reposador de línia, sinó cíclicament mitjançant un bon sistema trucada, i precisament ha estat aquest l'objectiu del cinquè dels projectes, amb la qual cosa s'ha comprovat que es compleixen tots els requeriments i que, per tant, es pot afrontar amb garanties l'auditoria *World Class Manufacturing*.

9. Pressupost

L'estudi del cost d'aquest projecte té dues vessants ben diferenciades:

- El cost de documentació, anàlisi i implementació intel·lectual de millores
- El cost operatiu de la implementació d'aquestes millores

El primer de tots es basa en el nombre d'hores dedicades al projecte en la seva vessant més intel·lectual, i es podria desglossar de la manera següent:

	Preu unitari	Quantitat	Preu
Documentació	30,00 € / h	30	900 €
Estudi i anàlisi de la situació inicial	30,00 € / h	110	3.300 €
Anàlisi de possibles millores i implementació	30,00 € / h	110	3.300 €
Amortització ordinador	34,00 € / mes	11	374 €
Programari			84 €
TOTAL			7.958 €

Taula 9.1. Taula-resum dels costos intel·lectuals i de documentació del projecte. Font: Pròpia

El segon terme del pressupost radica en el cost de les millores implementades en cadascun dels projectes, és a dir, el que s'ha hagut de comprar per dur a terme aquestes accions.

El desglossament d'aquesta segona part és el següent:

	Preu unitari	Quantitat	Preu
Nou vagó amb prestatgeries	1.270 € / vagó	1	1.270 €
Nou vagó per als embalatges de fabricació interna amb nou mecanisme de gir	795 € / vagó	6	4.770 €
Nou vagó per als components de proveïdor amb nou mecanisme de gir	795 € / vagó	3	2.385 €

Etiquetes noves del magatzem WIP	0,28 € / etiqueta	740	207,20 €
Hores dedicades a la documentació i implementació de les etiquetes	20,00 € / h	90	1.800 €
Caixes verda 600x400x220 mm	4,38 € / caixa	1.648	7.211 €
Caixes marfil 400x300*220 mm	3,05 € / caixa	3.900	11.878 €
Caixes taronja 400x300x120 mm	2,92 € / caixa	2.100	6.132 €
Caixes blau 300x200x220	2,23 € / caixa	50	111,50 €
Tapes caixes	2,65 € / tapa	10.430	27.609 €
TOTAL			63.373,70 €

Taula 9.2. Taula-resum dels costos d'implementació de les millores. Font: *Pròpia*

Així doncs, tenint en compte tots aquests costos, el pressupost del projecte seria el següent:

Concepte	Unitat	Quantitat	Preu unitari	Parcial
Documentació del projecte	hores	30	30,00 €	900,00 €
Estudi i anàlisi de la situació actual	hores	110	30,00 €	3.300,00 €
Anàlisi de possibles millores i implementació	hores	110	30,00 €	3.300,00 €
Amortització ordinador	mesos	11	34,00 €	374,00 €
Programari				84,00 €
Vagó amb prestatgeries	unitats	1	1.270,00 €	1.270,00 €
Vagó per fabricació interna amb nou mecanisme de gir	unitats	6	795,00 €	4.770,00 €
Vagó per components de proveïdor amb nou mecanisme de gir	unitats	3	795,00 €	2.385,00 €
Etiquetatge del magatzem WIP	unitats	740	0,28 €	207,20 €
Documentació i implementació de l'etiquetatge al magatzem WIP	hores	90	20,00 €	1.800,00 €
Caixes VERDA 600*400*220 mm	unitats	1648	4,38 €	7.211,00 €
Caixes MARFIL 400*300*220 mm	unitats	3900	3,05 €	11.878,00 €
Caixes TARONJA 400*300*120 mm	unitats	2100	2,92 €	6.132,00 €
Caixes BLAU 300*200*220 mm	unitats	50	2,23 €	111,50 €
Tapes caixes	unitats	10430	2,65 €	27.609,00 €
TOTAL COSTOS DIRECTES				71.331,70 €
5% imprevistos				3.566,59 €
SUBTOTAL				74.898,29 €
IVA 21%				15.728,64 €
TOTAL				90.626,92 €

Taula 9.3. Pressupost del projecte. Font: *Pròpia*

Els beneficis anuals que aportaria aquest projecte serien els següents:

	Millora	Estalvi / Benefici
Transports a Turquia	5.242,26 € / mes – 20% de riscos possibles	46.131,88 €
Reducció d'espai utilitzat a fàbrica: introducció noves cèl·lules	-62 m ² d'espai = 1 cèl·lula	75.530 €
Reducció d'espai utilitzat al magatzem	-299 m ² d'espai	897 €
TOTAL		122.558,90 €

Taula 9.4. Beneficis anuals del projecte. Font: *Pròpia*

Amb aquesta situació el VAN del projecte a 2 anys vista, que és el temps aproximat en què s'utilitzaran tots els mitjans tècnics adquirits, serà el que es pot veure a continuació.

El procediment per determinar la taxa d'interès ha estat el mateix que utilitza el grup Magneti Marelli per avaluar la rendibilitat de tots els seus projectes. Així doncs, s'ha utilitzat que el WACC (*weighted average cost of capital*) del grup, o el que és el mateix, el cost del capital requerit pel grup a Espanya és del 8,5%, i per tant, s'ha utilitzat aquest com a taxa d'interès.

Per tant, el VAN queda de la següent manera:

$$VAN = -90.626,92 + \frac{122.558,90}{(1+0.085)} + \frac{122.558,90}{(1+0.085)^2} = \mathbf{126.438,90 \text{ €}} \quad (\text{Eq. 8.1})$$

És clar doncs, que el projecte és rentable tant operativa com econòmicament.

10. Anàlisi d'impacte ambiental

Donat que es tracta d'un projecte de millora merament operativa, el seu impacte ambiental no té una excessiva repercussió, però tot i no ser significatiu, el projecte té un impacte positiu en el medi ambient en tres vies diferents.

La primera i amb més impacte és la reducció dels transports mitjançant la combinació d'aquests entre diferents proveïdors. Tal i com s'ha explicat al projecte del *milk round*, amb la fabricació de nous productes el consum d'un proveïdor específic a Turquia augmentava de tal forma que els transports entre ells i la planta havien d'augmentar d'un a tres transports mensuals. L'estudi de la combinació de càrrega amb un altre proveïdor turc que entrega setmanalment ha provocat una reducció dels transports de 7 a 4 mensuals i per tant, s'han reduït també les emissions contaminants que provocaven aquests transports en un 43%.

La segona de les aplicacions ambientals d'aquest projecte és la de la substitució de tots els embalatges de cartró per caixes estandarditzades de plàstic reutilitzables que s'envien al proveïdor i aquest les retorna plenes de material, i així progressivament. Amb aquest circuit de caixes s'elimina completament l'ús del cartró, que no es reutilitzava.

L'última de les implicacions ambientals seria que l'anivellament de la producció provoca una producció més constant, sense pics de treball ni irregularitats en la producció on la màquina ha de rendir per sobre del seu nivell nominal. D'aquesta manera, tots els equips funcionen al seu ritme nominal i això disminueix el consum d'energia de la planta. D'aquesta implicació se'n deriva que el recent compromís amb la qualitat del producte i l'objectiu primordial de la fabricació amb zero defectes també implica que surtin menys productes defectuosos que s'acaben llançant.

Per últim, donat que es tracta d'una planta industrial, és important comentar en aquest punt que l'empresa té contractada una empresa que li gestiona tots els residus que ocasiona la seva activitat per fer-ne un ús responsable i de reciclatge.

Conclusions

Donat que l'objectiu principal del projecte era el pas d'una puntuació d'un punt a una de dos punts en l'àrea logística de la planta, la conclusió més clara és precisament aquesta: el resultat de l'auditoria *World Class Manufacturing*.

En el transcurs de l'auditoria, l'auditor responsable va avaluar tant la presentació de tots aquests projectes com la seva posada en pràctica i la logística global a peu de planta, amb una visita a l'àrea model, les línies adjuntes, i els diferents magatzems de la planta.

El resultat d'aquesta avaluació va ser satisfactori, i va concedir el punt addicional a l'àrea logística, amb la qual cosa es va demostrar que la realització de tots aquests projectes va comportar una millora significativa a la planta. A més, no només l'adjudicació d'aquesta puntuació avala aquesta millora, sinó que els resultats obtinguts en termes de reducció d'estoc, estalvi d'espai al magatzem i millora de la operativa a la planta també corroboren aquest èxit.

A més, gràcies a tots els punts aconseguits en la resta de pilars, *World Class Manufacturing* va concedir a la planta també la categoria de Bronze, de la qual es parlava a la Introducció d'aquest projecte com a una de les metes primordials de la Direcció per aquest any.

Algunes conclusions més operatives que es poden deduir d'aquest projecte han estat, en primer lloc, que la combinació de càrregues amb proveïdors diferents i la organització pròpia de transports mitjançant un *milk round* és una solució que dóna molts bons resultats en termes de reducció tant de costos de transport com d'emmagatzematge, mitjançant l'estalvi d'espai al magatzem, en segon lloc, que una producció anivellada facilita la feina tant pròpia com dels proveïdors gràcies a una major estabilitat de les comandes, i en tercer lloc, que un conjunt de petites accions de refinament en la logística interna poden donar enormes salts de qualitat d'aquesta.

Per acabar, aquest projecte fa patent que la metodologia *World Class Manufacturing* és un bon mètode a introduir en plantes de producció, donada la seva facilitat d'aplicació, la bona organització de les millores a realitzar i els resultats satisfactoris que genera, així com que els projectes de millora realitzats són aplicables a altres plantes, però, tot i això, s'ha de tenir en compte que, tal i com es comentava a la Introducció, "*World Class Manufacturing és un sistema de millora molt potent si s'implementa seriosament*" (Mauro Pino, cap de WCM al grup Chrysler). [1]

Agraïments

En primer lloc, gràcies a la Imma Ribas per la minuciosa dedicació no tan sols a aquest, sinó a tots els projectes dels quals és tutora. És sempre un plaer treballar amb gent tan entregada. Gràcies també per saber traduir unes simples idees inicials en quelcom que ha anat agafant forma fins a esdevenir aquest projecte.

En segon lloc, gràcies al Josep M^a Ibáñez per, tot i les circumstàncies, ser també tutor d'aquest projecte. Gràcies per tots els consells, tant personals com professionals, durant aquests anys de carrera i per recordar-nos que encara existeix la vocació.

Gràcies també a tot l'equip de Logística d'Automotive Lighting (Magneti Marelli) que han donat argument a tota aquesta història, i en especial a la Mònica, Laura, Conchi, Mar, Miguel Ángel i Phil, que després d'ajudar-me com ho han fet han demostrat que valen més que un *major kaizen*.

Vull donar també les gràcies als meus pares, Miguel Ángel i Isabel, per ser les veus crítica i de felicitació, respectivament. Totes dues són imprescindibles!

I per acabar, i donat que es tracta de l'última oportunitat abans d'acabar aquesta carrera, m'agradaria donar les gràcies a tots aquells que, d'una forma o altre, han estat claus en aquest camí.

Gràcies al Toni Aguilar i l'Anna Maristany, ells són els responsables de que triés aquesta carrera; a la Gemma Bolumar, per donar-li al meu poc temps una eficàcia aclaparadora; i a l'Uri, per la seva original forma de manejar les complicades èpoques d'exàmens.

Bibliografia

Referències bibliogràfiques

- [1] BETTER OPERATIONS. THOUGHTS ON CONTINUOUS IMPROVEMENT: FROM TPS TO XPS. Portal de notícies relacionades amb la millora contínua. *Article "The World Class Manufacturing programme at Chrysler, Fiat Co."* T. Netland, 22 de maig de 2013
- [<http://better-operations.com/2013/05/22/world-class-manufacturing-at-chrysler-and-fiat/>, 12 de febrer de 2014]*. *[URL, data de consulta].
- [2] PORTAL DE PRESENTACIONS WENKU BAIDU. *Presentació del professor Hajime Yamashina sobre el seu mètode World Class Manufacturing, 2010.*
- [<http://wenku.baidu.com/view/07c001d2240c844769eaeaa2.html>, 27 de febrer de 2014]*. *[URL, data de consulta].
- [3] PORTAL DE PRESENTACIONS SLIDESHARE. *Presentació del CEO de O&D Consulting, Osler Desouzart, sobre el sistema de la qualitat total TQC, 22 de juliol de 2013.*
- [<http://es.slideshare.net/OslerDesouzart/el-sistema-de-calidad-total-tqc>, 10 de març de 2014]*. *[URL, data de consulta].
- [4] CAMPUS CURICÓ. FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE TALCA (CHILE). *Charlas para la gestión del mantenimiento, Fernando Espinosa Fuentes.*
- [<http://campuscurico.otalca.cl/~fepinos/CONCEPCION%20TPM%20MANTENIMIENTO%20PRODUCTIVO%20TOTAL.pdf>, 10 de març de 2014]*. *[URL, data de consulta].
- [5] PORTAL DE PRESENTACIONS SLIDESHARE. *Presentació de Jairo Quiroz Cabanillas a la Facultat d'Enginyeria de Sistemes de la Universitat de Trujillo "Sistema justo a tiempo", 25 de novembre de 2012.*
- [<http://es.slideshare.net/jairoUNT/sistema-justo-a-tiempo>, 14 de març de 2014]*. *[URL, data de consulta].
- [6] REVISTA DE L'EMPRESA MAGNETI MARELLI. *Article "Nace el WCM Crash Plan", 2014.*

- [7] FIAT WCM TEAM. Documents del Grup Fiat sobre els diferents pilars. “*Logística*”
 - [8] MATEO, RÚA, IBÁÑEZ. *Organització Industrial. Transparències*. ETSEIB – Serveis Gràfics Copisteria Imatge, SL. Juliol 2012.
 - [9] UW COURSES WEB SERVER. UNIVERSITAT DE WASHINGTON. Curs “*Value Stream Mapping*”.
- [http://courses.washington.edu/ie337/Value_Stream_Mapping.pdf, 3 de març de 2014]*. *[URL, data de consulta].

Bibliografia complementària

BETTER OPERATIONS. THOUGHTS ON CONTINUOUS IMPROVEMENT: FROM TPS TO XPS. Portal de notícies relacionades amb la millora contínua. Article “*What are the most common lean principles?*.” T. Netland, 27 d’abril de 2012

[<http://better-operations.com/2012/04/27/the-top-12-lean-principles/>, 12 de febrer de 2014]*. *[URL, data de consulta].

ROBYSCAR. INNOVATIONS AND VISIONS FOR SME. Article “*What is Lean?*” Roberto Scaramuzza, 4 de març de 2012

[<http://robyscar.com/2012/03/04/what-is-lean/>, 12 de febrer de 2014]*. *[URL, data de consulta].